

Dekontamination von Messgeräten im ABC-Einsatz

Bachelorarbeit

im Studiengang

Hazard Control/ Gefahrenabwehr

Autor: Aline Kreß

Matr.-Nr.: 2033058

HAW Hamburg- Bergedorf

21. Oktober 2013

Gutachter:

Prof. Dr. Susanne Heise (HAW Hamburg)

Dipl.-Ing. Matthias Freudenberg (Feuerwehr Hamburg)

Gliederung

1. Zusammenfassung

Rund 530 Einsätze der Feuerwehr Hamburg fallen pro Jahr in den Bereich des Aufgabengebietes des Umweltdienstes und des Umweltzugs der Feuerwehr Hamburg. Bei all diesen Einsätzen kommen technische Messgeräte und Analysemethoden zur Identifikation von Stoffen zum Einsatz. Bislang gab es allerdings noch keine Möglichkeit, benutzte Messgeräte, vor allem bei kleineren Einsätzen in denen nur der Umweltdienst ausrückt, ausreichend zu dekontaminieren um eine Kontaminationsverschleppung des Stoffes zu vermeiden.

Die Auswahl der Dekontaminationsmittel beruht auf schon eingeführten Dekontaminationsmitteln und den Erfahrungen der Technik- und Umweltschutzwache, sowie aus der Praxis im Bereich der Hygiene und der Chemie, hierbei dienten Listen des Robert-Koch-Institutes und Empfehlungen des Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, sowie der Dekontaminationsvorschlag der ATF Mannheim als Entscheidungshilfe. Die Dekontaminationswirksamkeit gegenüber biologischen Agenzien und die Verträglichkeit der Kunststoffe wurden experimentell getestet. Der Grundlagenteil wurde bewusst in Form eines Nachschlagewerks für die Praxis gestaltet.

Der Auftrag einen Dekontaminationskoffer für Messgeräte im ABC-Gefahreneinsatz für die Technik- und Umweltwache der Feuerwehr Hamburg zu entwickeln, führte auf Grund des Praxisversuchs über die Verträglichkeit der Kunststoffe mit den Dekontaminationsmitteln und eines Nachweisversuchs für biologische Dekontamination zu dem Ergebnis, einen Koffer mit insgesamt 6 Dekontaminationsmitteln für das Umweltdienstfahrzeug anzuschaffen und diesen im Kontaminationsfall einzusetzen. Voraussetzung dafür, dass die in dieser Arbeit erarbeitete Methodik und der dazu gehörige Koffer angewendet werden können, sind materielle und ausbildungsmäßige Vorbereitungen. Materiell sind Anschaffungen des Koffers, der Chemikalien und Gefäße, sowie den benötigten arbeitsschutzrechtlichen Schutzausrüstungen zu tätigen, ausbildungsmäßig sollte eine Schulung aller Mitarbeiter im Umgang mit dem Inhalt des Koffers erfolgen und regelmäßig wiederholt werden.

Ein Koffer mit folgenden Dekontaminationsmitteln sollte im Einsatzfall vorgehalten werden:

Fall	Stoff	Wirkung bei
Atomare Kontamination	Tensid (RM58)	α- und β- Strahlung
Biologische Kontamination	Peressigsäure 2%ig	Bakterien, Viren, Pilze
Chemische Dekontamination	Tensid (RM58)	Benzine Fette
	Natriumcarbonatlösung 10%ig	Säuren
	Wasser	Laugen
	Polyethylenglycol	Aromaten
	Calciumhypochlorid 2%ig	Kampfstoffe

Diese sind zusammen mit einer Schutzbrille, Einwegschutzhandschuhe und Papiertüchern im Koffer zu lagern. Optional bietet sich zu dem das Einfügen einer Augenspüllösung in den Koffer an.

Als Ergebnis dieser Arbeit wird empfohlen, in allen Fällen, in denen eine Kontamination des Messgeräts nicht zweifelsfrei ausgeschlossen werden kann, eine Dekontamination durchzuführen. Desweiteren müssen die geltenden Bestimmungen zum Arbeitsschutz auch im Einsatzfall beachtet werden. Dieses betrifft das Herstellen der Dekontaminationslösung und Durchführen der Dekontamination, sowie die geltenden Lagervorschriften für chemische Stoffe.

2. Einleitung

Die Historie der ABC-Gefahrenabwehr reicht bereits in das Mittelalter zurück. Bereits zu diesem Zeitpunkt waren Wirkungsweisen chemischer und biologischer Stoffe bekannt, allerdings werden Sie erst seit dem ersten Weltkrieg in erheblichem Umfang eingesetzt, um den Gegner systematisch zu schwächen oder außer Gefecht zu setzen. in der Nacht vom 12. auf 13. Juli 1917 wurde erstmalig durch die Deutschen der Kampfstoff Lost eingesetzt. Zeitgleich zur Entwicklung chemischer, kampfeinsatzfähiger Stoffe wurde auch der Schutz der eigenen Truppen vorangetrieben. So entwickelte man im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten die ersten Formen von Atemschutzmasken und Einmalschutzkleidung für den ABC-Einsatz im militärischen Bereich. Zeitgleich dazu wurden auch Mittel und Verfahrensanweisungen erarbeitet, wie im Falle einer Kontamination mit einem ABC-Gefahrstoff verfahren werden soll. Es wurde auch in den eigenen Truppen detaillierte Aufklärungsarbeit und Ausbildung für den Fall eines Einsatzes solcher Waffen betrieben. Bereits im Jahr 1984 wurden umfangreiche Dekontaminationssets für den Einsatz chemischer Kampfwaffen vorgehalten. (Ministerium für Nationale Verteidigung der Deutschen Demokratischen Republik, 1984)Diese bestanden aus einem Entaktivierungsmittel, einem Entgiftungsmittel und einem Entseuchungsmittel.
Entaktvierungsmittel wurde in Pulverform eingesetzt, für die Entgiftung nach einem ABC-Anschlag wurde das später in dieser Arbeit betrachtete Calciumhypochlorid eingesetzt. Als Entseuchungsmittel diente Kresomerlat. Dies ist ein Grobdesinfektionsmittel aus Alkylphenolen und Paraffinsulfonaten.
Dies zeigt, dass die Wirkung und Gefährlichkeit solcher Waffen bereits damals bekannt war, die Gefährdung der eigenen Truppen aber zur Schwächung des Gegners unter Vorbehalt geeigneter Dekontaminationsmittel in Kauf genommen wurde.
Auch heute noch hält die Bundeswehr Dekontaminationsmittel für den ABC-Fall vor und stellt diese in den ABC-Selbsthilfesets den Soldaten zur Verfügung.

Im Jahr 2006 kam es auf dem Heiligen Geistfeld im Rahmen von Bauarbeiten zu Funden von chemischen Kampfstoffen aus dem zweiten Weltkrieg. Damals war Hamburg Ziel vieler Luftangriffe und wurde mit Kampfstoffen und Bomben versucht zu zerstören. Da bei solchen Funden automatisch die Feuerwehr als Behörde für aktive Gefahrenabwehr hinzu gezogen wird, ist es wichtig, geschulte Mitarbeiter und Dekontaminationsmöglichkeiten für diese Einsätze bereit zu halten. Des Weiteren ist auf Grund der Terrorgefahr der letzten Jahre in Deutschland mit einem Anschlag dieser Art zu rechnen. Hierbei sind der Einsatz von atomaren, biologischen oder chemischen Agenzien durchaus denkbar und realistisch, so dass sich die Feuerwehren hinsichtlich dieser Lagen vorbereiten müssen.

Der Bereich der atomaren, biologischen und chemischen Gefahrenabwehr ist ein spezielles Einsatzgebiet für Feuerwehren. In den meisten Fällen werden Spezialeinheiten für diesen Fall vorgehalten und kommen zum Einsatz, wenn eine Gefährdung durch ABC-Gefahrstoffe vorliegt. Die Technik- und Umweltschutzwache der Feuerwehr Hamburg ist eine solche Spezialeinheit, die sich nur mit der Gefahrenabwehr im ABC-Bereich beschäftigt. Für die Bewältigung der anfallenden Aufgaben stehen der Technik- und Umweltschutzwache den Aufgaben angepassten Fahrzeuge und Geräte zur Verfügung, beispielsweise Chemikalienschutzanzüge und Abrollbehälter mit Materialien, welche für die Abwehr von ABC-Gefahren benötigt werden.

Zur Unterstützung und Einschätzung der Gefahren an einer Einsatzstelle werden zu dem für jeden einzelnen der drei Bereiche atomare, biologische und chemische Gefahrenabwehr, spezielle Messgeräte vorgehalten. Diese sind unter Punkt 8.Messgeräte der Feuerwehr Hamburg, näher erläutert.

Bei diesen Messgeräten handelt es sich um teure Geräte, welche im Einsatzfall im Schwarzbereich eingesetzt werden, das heißt, in Bereichen, in denen atomare, biologische oder chemische Kontaminanten vorkommen und an das Gerät anhaften können. Durch einsatztaktisch korrektes Vorgehen sollte eine Kontamination des Messgerätes verhindert werden (siehe Punkt 3.4.), kann jedoch nicht vollständig ausgeschlossen werden. In diesem Fall ist es umso wichtiger, dass es Möglichkeiten gibt, die Geräte zu dekontaminieren, so dass eine weitere Verwendung des Geräts möglich ist. In dieser Arbeit werden zum Einen die Grundlagen der Gerätedekontamination und die Grundlagen des ABC-Einsatzes vorgestellt, zum anderen wird nach einer Möglichkeit gesucht, passende Dekontaminationsmittel für den jeweiligen Einsatzbereich in einem Koffer gesammelt zusammenzustellen und in den Einsatzdienst zu übergeben.

2.1.Eingrenzung

Diese Arbeit soll sich explizit nicht mit der allgemeinen Dekontamination von Gerätschaften der Feuerwehr im atomaren, biologischen und chemischen Einsatz (ABC-Einsatz) beschäftigen, sondern sich auf die eingesetzten Messgeräte konzentrieren und für diese die bestmöglichsten Dekontaminationsmittel in einem Koffer zusammenstellen.

Begrenzt wird die Auswahl der Dekontaminationsmittel durch die bei der Feuerwehr Hamburg vorgehaltenen Messgeräte und deren Verträglichkeit mit Dekontaminationsmitteln. Die Auswahl der Dekontaminationsmittel erfolgt nicht an Hand eines bestimmten Herstellers, sondern auf der Grundlage der Wirksamkeit. Ein weiteres Auswahlkriterium stellt der Kostenaspekt dar.

2.2.Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit soll die Entwicklung eines Koffers zur Dekontamination von Messgeräten sein. Dieser soll auf dem Umweltdienst-Fahrzeug (U-Dienst) der Feuerwehr Hamburg verlastet werden, um an der Einsatzstelle kontaminierte Messgeräte einer Dekontamination zu zuführen, damit diese zur Auswertung in den Absperrbereich gegeben werden können.

Dieser Koffer soll für den atomaren, biologischen und chemischen Einsatz sein und somit für alle drei Fälle ein Desinfektionsmittel in geeigneter Form und Menge beinhalten. Vor Ort soll im Gefahrenbereich durch den Trupp das passende Dekontaminationsmittel ausgewählt und ggf. noch im richtigen Mischungsverhältnis an gemischt werden.

Das Problem bei der Dekontamination von Geräten im ABC-Einsatz ist, dass ein qualitativer Nachweis für die Reinheit der Oberfläche nicht gegeben werden kann. Des Weiteren soll das Gerät unmittelbar nach der Dekontamination wieder angefasst werden, somit muss ein Hautkontakt unschädlich sein. Deswegen müssen benutzte Desinfektionsmittel hautverträglich gestaltet und die eventuell verbleibende Konzentration des Dekontamiationsmittels am Gerät unschädlich sein. Es ist ebenfalls zu erörtern, inwieweit die vorhandenen Geräte überhaupt dekontaminierbar sind und ob eine Dekontamination mit Wasser und Zusätzen wie Reinigungstenside oder anderer Stoffe möglich ist, oder ob dadurch das Gerät oder eingebaute Sensoren geschädigt werden.

Dekontamination von Messgeräten im ABC-Gefahreneinsatz ist an der Technik- und Umweltwache der Feuerwehr Hamburg ein wichtiges Thema, jedoch wurde in diesem Bereich bisher noch keine Dienst- oder Verfahrensanweisung erstellt, so dass dieses am Ende dieser Arbeit geschehen soll.

2.3 Methodik der Arbeit

Die Grundlagenrecherche der Arbeit wurde mittels Internet, Fachliteratur des Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) und den Erfahrungen aus Einsätzen der Technik- und Umweltwache durchgeführt.

Für die praktische Durchführung der Dekontamination von Messgeräten im ABC-Einsatz wurde schlagfestes Acrylnitril-Butadien-Styrol-Polymerat (ABS) und glasfaserverstärktes Polyamid (PE) als 1m langer Rundstab beschafft. Dieses sind beide gängigen Kunststoffe für Gehäuse von Messgeräten. Diese Rundstäbe wurden anschließend in 1cm lange Stücke gesägt, um sie so für das Bad in den Dekontaminationslösungen vorzubereiten.

Vor den Tauchgängen in den Dekontaminationslösungen wurden alle Stücke eingewogen und das Gewicht notiert. Gleiches wurde auch nach dem Tauchgang und nach einer Trocknungszeit von 14 Tagen durchgeführt. Hierzu wurde eine Waage der Firma Jürgens vom Typ Sartorius BP 610 genutzt. Ebenso wurden mittels dieser Waage die Dekontaminationsmittel eingewogen, um die passenden Konzentrationen zu erhalten.

Für die Dekontaminationslösungen wird Natriumcarbonat, Calciumhypochlorid, Polyethylenglycol und Peressigsäure verwendet. Diese werden in folgenden Lösungen angesetzt:

- Natriumcarbonat 10%ig
- Calciumhypochlorid 2%ig
- Polyethylenglycol als Reinstoff
- Peressigsäure 2%ig opt. mit 0.2% Tensidzusatz für bessere Reinigunswirkung

Das Reinigungsmittel RM 58 des Unternehmes Kärcher wird nicht in die Versuchsdurchführung mit einbezogen, da dieses bereits durch Kärcher ausgiebig getestet und zugelassen wurde. (Futuretech, Kärcher Group, 2013)

Nach Herstellen der gebrauchsfertigen Lösungen wurde jeweils ein Stück ABS und ein Stück PA für 24 Stunden eingelegt. Dieses soll das Worst-Case-Szenario und eine mehrmalige Dekontamination des Geräts nachstellen. Nach 24 Stunden wurden die Stücke entnommen, mit klarem Wasser abgespült, abgetrocknet und dann wiederholt gewogen. Die Ergebnisse sind dem Versuchsteil unter Punkt 10. zu entnehmen.

Im Anschluss an den Dekontaminationstest wurde festgestellt, dass alle getesteten Dekontaminationsmittel für den Einsatzdienst tauglich sind und somit im Dekontaminationskoffer Platz finden können. Dieser besteht aus einer Box der Firma Utz AG mit den Maßen 300*200*220mm. Inhalt des Koffers sind 2 Glasbehältnisse der Firma Schott AG mit jeweils 200 ml Fassungsvermögen für destilliertes Wasser und Polyethylenglycol und 4 Glasbehältnisse der Firma Schott AG mit jeweils 25 ml Fassungsvermögen für 20g Natriumcarbonat, 4 g Calciumhypochlorid, 20 ml RM 58 und 4 ml Peressigsäure. Die Mengen ergeben sich aus der oben genannten Konzentration und dem Bedarf für die Herstellung von 200 ml Dekontaminationslösung. Die Peressigsäure ist auf Grund der Lagerbedingungen (belüfteter, dunkler Raum) dem Koffer nicht zugefügt, sondern muss im

Einsatzfall separat zugeführt werden. Zudem wird die Verfahrensanweisung in Schriftform dem Koffer beigefügt und ein geeignetes Tuch als Applikationsmittel.

Für die Durchführung des Dekontaminationstests im Bereich der biologischen Gefahrenabwehr wurden jeweils ein 50 cm langes Stück des ABS-Stabs und des PE-Stabs mit *Geobacillus stearothermophilus* kontaminiert.

Für die Ausplattierung des Geobacillus auf Agar-Platten wurde Agar aus 250 ml Wasser, 1,25 g Pepten und 0,75 g Meat hergestellt. Des Weiteren wurde zur Lösung der Sporen vom Teststab und zur Verdünnung der Ursprungslösung Nutrient Medium hergestellt. Um sauber ausplattieren zu können wurde zu dem unter einer Cleanbench gearbeitet. Die Proben wurden anschließend bei 25° C bzw. 55° C inkubiert.

2.4. Begriffsdefinitionen

Unter dieser Überschrift sollen die in dieser Arbeit verwendeten Begrifflichkeiten gemäß des Verständnisses des Autors dargelegt werden, um Missverständnisse durch unterschiedliche Definitionen auszuschließen.

Kontamination: Unter Kontamination wird die Verunreinigung einer Oberfläche oder Personen durch atomare, biologische oder chemische Gefahrstoffe angesehen (Duden online 2013).

Kontaminant: Ein Kontaminant ist ein Stoff, welcher die Oberfläche eines Gegenstandes oder einer Person verunreinigt und im schlimmsten Fall schädigt. Der Kontaminant kann dabei in seiner eigentlichen Form nützlich sein, zum Beispiel für industrielle Vorgänge oder für Lebensmittel, jedoch in der nun auftretenden Form Schaden an Mensch, Natur und Umwelt anrichten. Daher ist eine Entfernung des Stoffes von der Gefahrenstelle zwingend erforderlich und muss durch Dekontamination erfolgen (Uelpenich, Desinfektion, 2013).

Dekontamination: Mit Dekontamination wird die Entfernung einer oder mehrerer gefährlicher Substanzen von einer Oberfläche und, sofern eingedrungen, auch aus den darunter liegenden Schichten bezeichnet. Zur Dekontamination gehört also nicht nur eine oberflächliche Reinigung, wie sie vielfach in handelsüblichen so genannten “Dekontaminations-Anlagen” betrieben wird (Uelpenich, 2013).

Der Erfolg einer Dekontamination hängt von verschiedenen Einflüssen ab, nämlich der Kontamination selbst, der Dauer der Kontamination, der Porosität und dem Material der Oberfläche sowie vom eingesetzten Dekontaminationsverfahren (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, 2013).

Dekontaminationsmittel: Als Dekontaminationsmittel wird ein Stoff angesehen, welcher die gefährdende Wirkung eines anderen Stoffes so herabsetzt, so weit, bis dieser nicht mehr gefährlich ist. Dies können beispielsweise Lösungsmittel wie Tenside sein, aber auch andere chemische oder enzymatische Stoffe.

Desinfektion: Ist die Keimreduzierung von Oberflächen mittels Desinfektionsmitteln. Im Gegensatz zur Sterilisation wird hier keine 100%-ige Keimfreiheit hergestellt, sondern lediglich die Keimzahl auf ein als ungefährliches angesehenes Maß reduziert.

Sterilisation: Die Sterilisation führt zu einer 100%-igen Migroorganismenfreiheit auf Oberflächen (Richardt, 2013).

Gefahrstoff: Ein Gefahrstoff ist ein atomarer, biologischer oder chemischer Stoff, welcher in der ausgebrachten Konzentration Gefahr für Mensch, Umwelt und Natur darstellt und an dieser Stelle nicht verbleiben kann. Ein Stoff an sich muss keinen Gefahrstoff darstellen, dies ergibt sich aus der Menge, der Konzentration und der Gefährlichkeit des Stoffes (Deutsche gesetzliche Unfallversicherung, 2013).

Atomare, biologische, chemische - bzw. CBRN-Gefahren: Unter diesem Begriff wird die Gesamtheit der atomaren, biologischen und chemischen Gefahren verstanden und erfasst. CBRN steht dabei für chemisch, biologisch, radiologisch und nuklear. Die Unterscheidung zwischen radiologisch und nuklear wird auf der Basis natürlich vorkommender atomarer Strahlung (radiologisch) und künstlich erzeugter Strahlung (nuklear, Bsp.: Kernbrennstäbe) getroffen (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, 2011).

3. Grundlagen der ABC-Gefahrenabwehr

Das Vorhandensein von ABC-Gefahrstoffen macht es notwendig, neben fundiertem Grundlagenwissen zudem für solche Einsätze spezielle Regelwerke und Vorgehensweisen zu erarbeiten. Zudem muss sichergestellt werden, dass eingesetzte Kräfte wissen, wie sie mit dem jeweiligen Gefahrstoff umzugehen haben und in wieweit sie eine Eigengefährdung eingehen können. Im Folgenden werden die Grundlagen atomarer Strahlung, biologischer und chemischer Gefahrstoffe näher erläutert, sowie das einsatztaktische Grundvorgehen im Einsatz der Feuerwehr.

3.1. atomare Strahlung

Bei atomarer Strahlung unterscheidet man zwischen α -, β- und γ-Strahlung. Dabei handelt es sich bei Alpha- und Betastrahlung um eine Teilchenstrahlung und bei Gammastrahlung um eine elektromagnetische Wellenstrahlung.

Die Alphastrahlung ist dabei diejenige, welche die größte Teilchengröße hat. Sie besteht aus schweren, positiv geladenen Teilchen. Dadurch lässt sie sich bereits mittels Papier gut abschirmen und die normale persönliche Schutzausrüstung (PSA) plus Umluft unabhängiger Atemschutz ist ausreichend, um sich optimal zu schützen. Dringt die Alphastrahlung jedoch in den Körper ein, kann sie durch die Teilchengröße und ihre Aktivität enormen Schaden im Gewebe anrichten.

Die Betastrahlung ist eine Elektronenteilchenstrahlung. Die Teilchengröße ist hierbei kleiner. Dadurch ist die schädigende Wirkung bei Inkorporation zwar herabgesetzt, allerdings ist die Abschirmung der Betastrahlung auch schwieriger. Hierzu bedarf es bereits einer zentimeterdicken Plexiglasschicht oder eines dicken Buches.

Die Gammastrahlung entsteht als energetische Strahlung beim Zerfall von Atomkernen. Sie ist somit keine Teilchenstrahlung mehr. Die Gammastrahlung komplett abzuschirmen ist nicht möglich, so dass sie durch Abschirmung lediglich geschwächt werden kann. (Rechenbach, 2012)

3.2. biologische Gefahren

Unter dem Überbegriff biologische Gefahren sind Mikroorganismen wie Viren, Pilze und Bakterien zusammengefasst. Natürlicherweise kommen diese Mikroorganismen auf allen Oberflächen vor. Dabei muss die Pathogenität eines jeweiligen Stoffes beachtet werden. Somit ergibt sich spezifisch für jeden Mikroorganismus eine Klassifizierung, die im weiteren Verlauf dann in die Gefahrenstufen BSL-1 bis BSL-4 eingeordnet werden kann und somit die Gefährlichkeit des Erregers angibt. Dabei ist BSL-1 die niederste Gefährdungsstufe, BSL-4 die höchste. Kommt es zu einem pathogenen Vorfall, beispielsweise durch die Infektion eines ganzen Tierstalls oder die bewusste Freisetzung im Rahmen eines terroristischen Akts, ist ein Tätigwerden im Rahmen der B-Gefahrenabwehr zwingend notwendig. Bislang ist der

Nachweis biologischer Agenzien prälaboratorisch kaum möglich. Es gibt bereits einen für Anthrax (Milzbrand) entwickelten Schnelltest, der aber bei Feuerwehren in der Regel nicht vorgehalten wird. Ansonsten erfolgt der Nachweis biologischer Agenzien im Labor. Dieser Nachweis kann aber von einigen Stunden bis hin zu einigen Tagen dauern. Deswegen muss in diesem Bereich eine engmaschige Nachkontrolle und ggf. auch eine klinische Überwachung Betroffener durchgeführt werden (Richardt et al, 2013) (Schulz-Kirchrath, 2006).

3.3. chemische Gefahrstoffe

Chemische Gefahrstoffe sind Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse, die auf Grund ihrer physikalisch-chemischen, chemischen oder toxischen Eigenschaften und der Art und Weise wie sie vorhanden sind, eine Gefährdung für Gesundheit und Umwelt darstellen. (Bundeanstalt für Arbeitsschutz, 2010)

3.4. Einsatzgrundsätze bei atomaren, biologischen und chemischen Einsätzen in Bezug auf den Messeinsatz

Die ABC-Gefahrenabwehr der Feuerwehr ist in der Feuerwehrdienstvorschrift 500 (FwDv) verankert. Sie kommt zum Einsatz, wenn atomare, biologische und chemische Stoffe beabsichtigt oder unbeabsichtigt freigesetzt wurden. Die ABC-Gefahrenabwehr obliegt meist Spezialkräften, die eine weiterführende Ausbildung für diesen speziellen Bereich haben. Zusätzlich kommen für spezifische Einsatzlagen Fachberater zum Einsatz.

Zusätzlich zur FwDV500 gibt es die Richtlinien der Vereinigung zur Förderung des deutschen Brandschutzes (VfdB) zum Thema Dekontamination im ABC-Einsatz.

Beide Werke geben den Rahmen für ABC-Gefahreneinsätze vor und regeln beispielsweise das Festlegen von Absperrradien und Gefahrenbereichen und das Vorgehen mit Spezialausrüstung wie Messgeräten oder Schutzanzügen.

Generell werden Einsatzstellen im ABC-Einsatz in den Gefahren- und den Absperrbereich aufgeteilt. Je nach Lagemeldung ist der jeweilige Bereich wie folgt zu definieren:

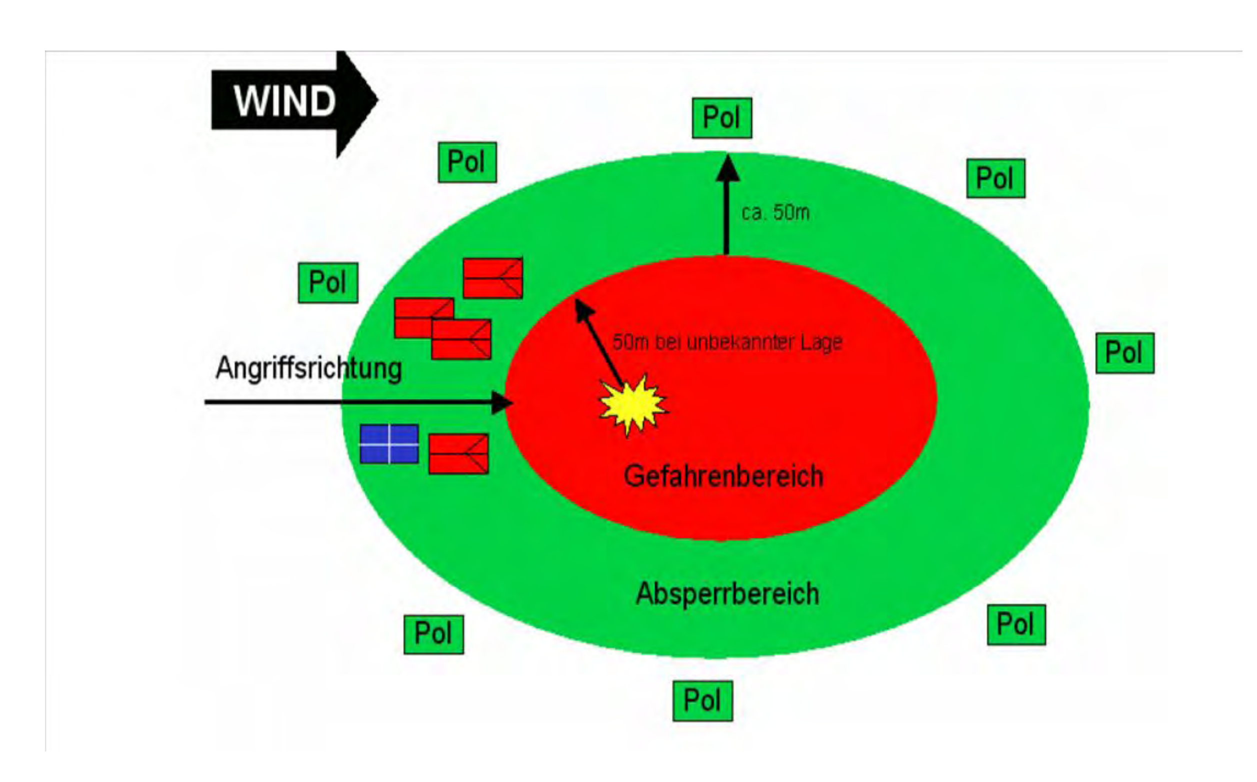


Abbildung 1: Gefahren- und Absperrbereich im ABC-Einsatz

Bei der Festlegung des Gefahren- bzw. Absperrbereichs wird grundsätzlich nur in Windrichtung angefahren. Eine Anfahrt entgegengesetzt zur Windrichtung würde zu einer unnötigen Gefährdung des Personals und ggf. zu einer Beaufschlagung mit dem austretenden Medium führen. Wenn nichts weiter über den austretenden Stoff bekannt ist, so wird der Gefahrenbereich 50 m (Abb. Rot dargestellt) um die Schadenstelle errichtet. An der Grenze zum Absperrbereich befindet sich der Dekontaminationsplatz. Im Absperrbereich (Abb. grün dargestellt) erfolgen die Aufstellung der Feuerwehrfahrzeuge und das Bereitstellen des notwendigen Equipments zur Schadensbekämpfung. Dieser Absperrbereich ist ungefähr 100 m vom Schadensort entfernt. Zutritt zum Absperrbereich haben nur befugte Personen, wie beispielsweise Feuerwehr und Rettungsdienst. In den Gefahrenbereich dürfen nur Kräfte, welche die notwendige Schutzausrüstung tragen. (Feuerwehrverband, 2004)

Für den A-Einsatz gilt zu dem, die Absperrgrenze beim Erreichen einer Radioaktivität von 25 µSv/h zu ziehen. (Feuerwehrverband, 2004)

Die Bereiche sind durch Absperrband klar zu kennzeichnen, um ein unabsichtliches Betreten des Gefahrenbereichs dadurch zu verhindern.

Der vorgehende Messtrupp im ABC-Einsatz sollte das ihm an die Hand gegebene Messgerät zu keiner Zeit aus der Hand legen und ein Herunterfallen zwingend vermeiden. Er soll auch darauf achten, dass er eine Eigenkontamination nach Möglichkeit vermeiden kann und das Messgerät nicht kontaminiert wird. Sollte es dennoch zu einer Kontamination kommen, ist das Gerät und der Trupp dem Dekontaminationsplatz zu zuführen.

Dieser Dekontaminationsplatz sollte wie folgt aufgebaut sein:

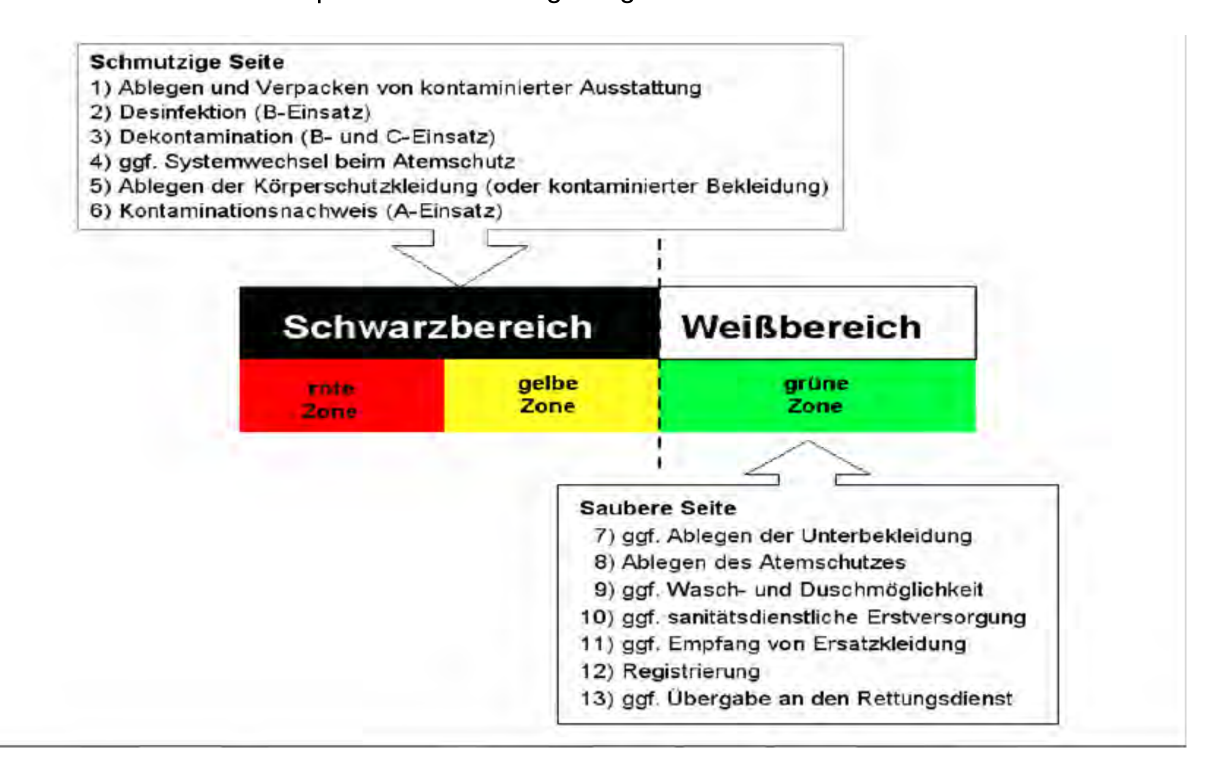


Abbildung 2: Gliederung des Dekontaminationsbereiches zwischen Schwarzbereich und Weißbereich (Absperrgrenze) nach Vfdb-Richtlinie Dekontamination in ABC-Lagen, Seite 15

Erst nach dem Feststellen der erfolgreichen Dekontamination durch Messgeräte oder pH-Papier verlässt der Trupp oder das Gerät den Dekontaminationsplatz auf der weißen Seite. Sollte eine einmalige Dekontamination nicht den gewünschten Erfolg erbracht haben, so sind die Schritte der Dekontamination so lange zu wiederholen, bis die Sauberkeit des Messgeräts und des Trupps garantiert ist. Am Dekontaminationsplatz ist auch das richtige Dekontaminationsmittel in ausreichender Menge zu platzieren.

4. Physikalisch-chemische Grundlagen

Der Einsatz in ABC-Gefahrenlagen ist nicht ohne fundiertes Grundwissen machbar. Sowohl chemische als auch physikalische Stoffeigenschaften müssen im Einsatzfall richtig interpretiert werden können, um so einen optimalen und zielführenden Einsatzablauf zu gewährleisten. In diesem Kapitel sollen die benötigten Grundlagen dargestellt werden.

4.1. Säuren

Als Säuren werden Stoffe bezeichnet, die bei einer Reaktion Protonen abgeben[1]. Während dieses Vorgangs wird aus der Säure ihre konjungierte Base. Säuren lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

- Organische Säuren: Carbonsäuren, wie beispielsweise Essigsäure oder Ameisensäure
- Anorganische Säuren: Mineralsäuren, wie beispielsweise Salzsäure oder Schwefelsäure

Je stärker eine Säure ist, desto größer ist ihre Tendenz Protonen abzugeben. Wie stark eine Säure ist, lässt sich an Hand der Bestimmung des pH-Werts ermitteln. Sie färbt pH- Papier rot ein (pH-Wert zwischen 1-6). pH-Papier ist auf den Fahrzeugen der Technik- und Umweltwache verlastet und dient zusammen mit Öltestpapier und Wassernachweispaste als erste Probennachweismaßnahme im Einsatzfall.

Was auf molekularer Eben eine Säure ist, lässt sich so erklären: Eine Säure besteht aus Wasserstoff mit Säurerest, dieser charakterisiert auch die Säure. Beim Mischen einer Säure mit Wasser entstehen dann auch Oxoniumionen (H_3O^+)[2].

Ein Beispiel hierfür ist die Reaktion von Chlorwasserstoff HCl mit Wasser:

$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$

Dabei ist Cl^- der Säurerest. (Gärtner et al, 2004)

Beim In-Kontakt-Kommen mit einer Säure ist das sofortige Spülen mit viel Wasser notwendig um die Säure auf der Haut zu verdünnen. Organische Säuren sind dabei schwächere Säuren und lassen sich leichter und schneller mit Wasser verdünnen. Auch richten sie in der Regel weniger Schaden im Organismus an, da sie zum Teil auch im Körper vorkommen. Anorganische Säuren hingegen sind die stärkeren Säuren und diese richten auch schwere Verätzungen auf der Hautoberfläche an.

[1] Definition nach Brönstedt
[2] Definition nach Arrhenius

4.2. Basen

Als Basen werden Stoffe bezeichnet, die bei einer Reaktion Protonen aufnehmen. Während der Reaktion wird die Base zu ihrer konjungierten Säure[2].

Auch hier gilt, dass die Basenstärke mit der Tenzenz Protonen aufzunehmen zunimmt. Wie stark die Base ist, lässt sich an Hand der Bestimmung des pH-Werts ermitteln. Eine Base färbt das Lakmuspapier dunkelblau/lila. (pH-Wert zwischen 8-14)

Auf molekularer Ebene ist eine Base ein Stoff, der Hydroxidionen (OH^-) bildet. Hier steht im Gegensatz zur Säure immer ein Metallatom vorne, gefolgt von einem oder mehreren Hydroxidionen[3].

Ein Beispiel hierfür ist die Reaktion von Calciumhydroxid ($Ca(OH)_2$)mit Wasser:

$Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2\ OH^-$ (Gärtner et al, 2004)

Laugen sind in Bezug auf die Schädlichkeit im Organismus schlimmer als Säuren. Basen greifen im Gegensatz zu Säuren viele natürlich vorkommende Stoffe extrem an. Haut, Haare oder Nägel werden viel schneller und nachhaltiger geschädigt als bei Säuren. Deswegen ist der Einsatz von Laugen als Rohrreinigungsmittel auch so beliebt: Metalle bleiben verschont, natürliche Stoffe werden angegriffen und schnell zersetzt.

4.3. Säure-Basen-Reaktionen[3]

Eine Reaktion gleichstarker Säuren und Basen führt bei gleicher Konzentration zur Neutralisation. Die Möglichkeit der Säuren-Basen-Reaktion ist somit nur unter Laborbedingungen gegeben und keine Lösung für die Dekontamination an Einsatzstellen.

[3] Definition nach Brönstedt

4.4. Kampfstoffe

Chemische Kampfstoffe sind in der Vergangenheit vermehrt zum Einsatz gekommen. Auf Grund ihrer schnellen und effektiven Wirkung den Gegner zu schwächen oder außer Gefecht zu setzen waren diese hauptsächlich für den 1. und 2. Weltkrieg nützliche Waffen. Auch heute noch ist die Produktion von Kampfstoffen für terroristische Zwecke nicht auszuschließen. Hauptsächlich werden zurzeit Reste von Losten noch aufgefunden.

In Deutschland erfolgt die Kennzeichnung der eingesetzten Kampfstoffe durch die Bundeswehr wie folgt:

Ätzende Kampfstoffe: Gelbkreuz

Erstickende Kampfstoffe: Grünkreuz

Nasen-/Rachenreizstoffe: Blaukreuz

Augenreizstoffe: Weißkreuz

Im Allgemeinen unterscheidet man fünf Arten von Kampfstoffen:

- Chemische Kampfstoffe
- Reizstoffe
- Brandstoffe
- Nebelstoffe
- Pflanzenschädigende chemische Stoffe

(Rebmann, 2013) (Richardt et all, 2013)

Dabei sind für diese Arbeit die chemischen Kampfstoffe und die Reizstoffe von Bedeutung.

Bei den chemischen Kampfstoffen wird weitergehend noch einmal in fünf Untergruppen unterschieden:

- Lungenkampfstoffe: Lösen durch das Einatmen des Stoffes toxische Lungenödeme aus. Die Wirkung des Stoffes muss nicht unmittelbar nach dem Kontakt auftreten, sondern kann auch noch einige Zeit nach dem Einatmen auftreten. In die Gruppe der Lungenkampfstoffe zählen Phosgen, Diphosgen und Chlorpikrin. Auch das in der Industrie verbreitete Chlor ist ein Lungenkampfstoff, der aber im Laufe der Jahre seine Funktion als solcher verloren hat. (OWR, 2006) Blutkampfstoffe: In die Gruppe der Blutkampfstoffe zählen beispielsweise Blausäure (Cyanwasserstoff), Chlorcyan und Arsenwasserstoff. Diese Stoffe werden allerdings nicht nur als Kampfstoffe eingesetzt, sondern entstehen bereits bei der Verbrennung von Kunststoffen. Symptome einer Vergiftung durch diese Stoffe sind Angstgefühle, Schwindel, Übelkeit, Erbrechen und Atemnot. Entgegengesetzt der Erwartung einer cyanotischen Blaufärbung des Patienten sieht dieser trotz akuten Sauerstoffmangels rosig aus.

- Hautkampfstoffe: Zu den Hautkampfstoffen gehören Stickstofflost, Schwefellost, arsenhaltige Kampfstoffe (sog. Lewisite) und Nesselstoffe. Alle Stoffe bewirken auf der Haut eine zeitverzögerte Reizung mit starkem Juckreiz und Rötung. Diese steigert sich hin zur großflächigen Blasenbildung, welche im weiteren Verlauf aufplatzen. Eine Wundheilung nach Kontakt mit Hautkampfstoffen ist sehr schlecht. Es gibt die Möglichkeit der Dekontamination mittels spezieller Dekontaminationsmittel (Chlorkalk, Natriumhydrogensulfat, Seife). Diese muss allerdings schnellst möglich nach Kontakt erfolgen (OWR, 2006).

- Nervenkampfstoffe: In dieser Gruppe befinden sich die sogenannten toxischen Organphosphate. Zu diesen gehören die Stoffe Tabun, Sarin, Soman und VX. Alle diese Stoffe lösen auf Grund ihrer Eigenschaften nach dem Eindringen in den Körper Blockaden von Rezeptoren oder enzymatischen Stoffwechselreaktionen aus. Symptome für die Vergiftung mit derartigen Stoffen sind Desorientiertheit, Atemnot und Muskelzucken bis hin zu epileptischen Anfällen. Für die Dekontamination können Natriumcarbonat und Seifenwasser verwendet werden. Bei der Vergiftung mittels VX ist darauf zu achten, dass Chlorkalk verwendet wird und kein Natriumcarbonat.

- Psychokampfstoffe: Diese Stoffe haben im Gegensatz zu allen anderen hier genannten Stoffen nicht das Ziel den Gegner zu töten, sondern lediglich für einen bestimmten Zeitraum kampfunfähig zu machen. Hier kommen Lysergsäurediäthylamid und Benzilsäureesther zum Einsatz. Sie trocknen die Schleimhäute und die Haut der kontaminierten Person aus.

In der Gruppe der Reizstoffe wird unterschieden zwischen Augen-, Nasen- und Rachenreizstoffen. Diese können einzeln oder auch als Kombinationswirkstoff freigesetzt werden. Zu diesen Stoffen gehören Clark1 und Clark2 (**Ch**lor-**Ar**sen-**K**ampfstoffe) oder auch die Tränengase CN und CS. Dieses sind allesamt Stoffe, welche die Schleimhäute reizen und dadurch zu vermehrtem Tränenfluss führen. Nasen-/Rachenreizstoffe verursachen dabei auch Übelkeit und ein Beklemmungsgefühl.

Für alle Arten der Kampfstoffe ist es wichtig, dass eine unmittelbare Dekontamination und Entkleidung des Betroffenen erfolgt. Auch die schnelle und richtige Antidot- Gabe muss zügig erfolgen, damit mögliche Folgeschäden gering gehalten werden. Für die Dekontamination der Geräte können die gleichen Mittel genutzt werden, die auch zur Dekontamination von Personen eingesetzt werden. (Schulz-Kirchrath, 2006)

4.5. Kunststoffe

Kunststoffe sind aus Monomeren aufgebaute Polymere. Durch Polymerisation, Polykondensation oder Polyaddition können im Grunde drei verschiedene Arten von Kunststoffen hergestellt werden. Diese unterscheiden sich dann noch einmal in ihren Eigenschaften.

Die erste Kunststoffart bilden die sogenannten Thermoplaste. Dies ist ein sehr weicher Kunststoff und kann bereits durch Erwärmen erheblich geschwächt werden. Beispiele hierfür sind Polysterol oder Polyethen.

Des Weiteren gibt es noch die sogenannten Duroplaste, sog. harte Kunststoffe. Bei schlagartiger Beanspruchung zerspringt der Kunststoff in Einzelteile. Duroplaste verhalten sich im Gegensatz zu den Thermoplasten bei Erhitzung komplett anders, sie zersetzten sich. Somit sind Duroplaste nach der erfolgreichen Herstellung nur noch für die mechanische Verformung verwendbar.

Die dritte Art sind die Elastomere. Elastomere, umgangssprachlich Gummiartige, sind die dehnbarsten und verformbarsten Kunststoffe. Sie besitzen genauso wie die Duroplaste einen netzartigen Aufbau, können allerdings durch weichere Verbindungen untereinander mehr Dehnung aushalten (Seidel, 2007) (Wikipedia, 2013).

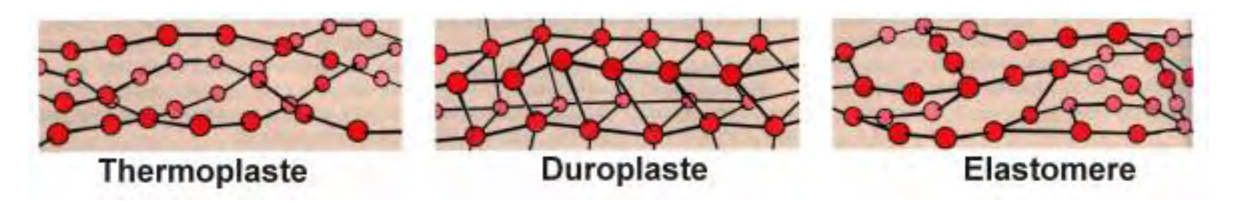


Abbildung 3: Schematischer Aufbau von Kunststoffen

Auf das Verhalten von Kunststoffen beim Aufbringen von chemischen Stoffen bzw. Gefahrstoffen wird unter 4.7. Solvent-Polymere-Wechselwirkungen näher eingegangen.

In dieser Arbeit werden zwei Kunststoffe besonders betrachtet, da diese auf Grund ihrer Eigenschaften eine hohe chemische Beständigkeit aufweisen und damit zur Herstellung von Gerätehüllen genutzt werden:

Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS) ist ein Thermoplast der bei Raumtemperatur eine gute Beständigkeit gegenüber konzentrierten und verdünnten organischen Säuren und Laugen, Kohlenwasserstoffen, Fetten, Ölen und verdünnten Salz-/ Salpeter- und Schwefelsäuren hat (Rehau, 2013).

Glasfaserverstärker Kohlenstoff (PE) ist ebenfalls ein Thermoplast, der bei Raumtemperatur eine gute chemische Beständigkeit gegen niederkonzentrierte (10%-ige) Säuren, Basen, Öle, Fetten und Kohlenwasserstoffen aufweist (Schermbek, 2013).

4.6. Metalle

Metalle bestehen in ihrer Grundstruktur aus Atomen, die sich in einem Metallgitter geordnet haben. Auf Grund dieser Struktur ergeben sich folgende Eigenschaften:

Charakteristischer Glanz, Stromleiter, Wärmeleiter, bei Raumtemperatur fest (Ausnahme ist hier Quecksilber, als einziges bei Raumtemperatur flüssiges Metall), gute Verformbarkeit.

Beim Kontakt mit chemischen Substanzen kann es zu Korrosion kommen. Dies ist die Oxidation des Metalls mit dem an der Oberfläche befindlichen Stoff.

Somit muss beim Einsatz eines Dekontaminationsmittels in Verbindung mit metallenen Oberflächen besonders darauf geachtet werden, dass metallische Teile nicht angegriffen werden (Raumprobe, 2013).

4.7. Solvent-Polymere Wechselwirkungen

In diesem Unterpunkt soll näher auf Kunststoffe und deren Eigenschaft in Bezug auf Kontakt mit Chemikalien eingegangen werden.

Da Kunststoffe Polymere sind und auf Grund ihrer Struktur und Stoffeigenschaften keine Korrosion möglich ist, haben Kunststoffe im Allgemeinen eine gute chemische Beständigkeit. Durch das Auftragen chemischer Mittel wird allerdings eine 'Alterung' des Kunststoffes bewirkt. Er kann dadurch spröde oder porös werden (Bargel & Schulze, 2000).

Bei biologischen Agenzien sieht die Resistenz ähnlich aus, jedenfalls so lange keine fetthaltigen Weichmacher oder organische Füllstoffe dem Kunststoff zugefügt sind. Ist dies nicht der Fall, besteht eine Resistenz des Kunststoffes gegen Pilze und Mikroben.

Als Solvent wird im Allgemeinen der Stoff bezeichnet, welcher auf die Oberfläche eines Kunststoffes aufgetragen wird und dort meist eine lösungsmittelähnliche Wirkung erzielt[4]. Nach Kontakt mit einer chemischen Substanz kommt es zu Veränderungen in der Gitterstruktur. Diese sind durch Quellung, Permeation oder Zerstörung des Polymers sichtbar.

Die Quellung eines Polymers ist die Ausdehnung der Gitterstruktur durch das Eindringen des Stoffes in die Gitterstruktur.

Unter Permeation versteht man das Eindringen eines Schadstoffs in die vorhandene Molekülstruktur eines anderen Stoffes. Nach dem Eindringen diffundiert der Stoff dann in tiefere Schichten des Materials.

Bei der Zerstörung des Polymers wird die Gitterstruktur im Ganzen zerstört und der Stoff zersetzt sich (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, 2001).

[4] Nach dem Englischen: to solve – etwas lösen

5. Grundlagen der Dekontamination

5.1. physikalische Dekontamination

Physikalisch gesehen gibt es nur eine Möglichkeit, eine Dekontamination verunreinigter Oberflächen durchzuführen: die mechanische Abtragung. Hierbei handelt es sich um ein zerstörendes Verfahren, da die Oberfläche der kontaminierten Fläche bis zur sicheren Sauberkeit abgetragen werden muss. Wie weit dies geschehen muss ist davon abhängig inwieweit der aufgetragene Stoff in die Materie vorgedrungen ist (Drobig, 2013).

5.2. chemische Dekontamination

Chemische Dekontamination kann auf mehrere Arten erfolgen. Es besteht die Möglichkeit der Oxidation, der Hydrolyse oder der Neutralisation eines Stoffes (Drobig, 2013).

Bei der Dekontamination können zusätzlich zu Wasser auch Tenside zum Einsatz kommen, die einen Großteil des Stoffes durch einfaches ‚Waschen' bereits lösen können. Dabei ist zu überlegen, ob ein nicht-ionisches, anionisches oder kationisches Tensid hilfreich ist.

Tenside dienen zum Lösen nicht-wasserlöslicher Stoffe. Hierzu zählen beispielsweise Fette oder Öle. Tenside verfügen über ein hydrophiles und ein hydrophobes Ende. Das hydrophobe Ende des Tensids heftet sich dabei an das auf der Oberfläche befindliche Öl oder Fett. Dadurch wird die Bindungsenergie des Stoffes zur Oberfläche des Geräts minimiert und gelöst. Durch das hydrophobe Ende wird nun das Tensid zusammen mit dem Stoff von der Oberfläche abgelöst und so entfernt. Für die Dekontamination stellt dies das einfachste Mittel dar, um Stoffe von Oberflächen abzulösen.

Die Hydrolyse, also das Auseinanderbrechen der eigentlichen Stoffstruktur und dadurch die Entstehung eines neuen, harmloseren Stoffes, ist hauptsächlich bei Kampfstoffen sinnvoll.

Bei der Oxidation wird ein Stoff mit Sauerstoff angereichert. Dadurch entsteht ein neuer, harmloserer Stoff, der dann entfernt werden kann. Die Oxidation eines Stoffes mit einem Zweiten kann nur unter äußerster Vorsicht durchgeführt werden, da es bei dieser Form der Dekontamination zu teilweise heftigen, exothermen Reaktionen kommen kann.

Ein Beispiel für die Oxidation eines Stoffes ist die Reaktion von Magnesium (Mg) mit Sauerstoff (O_2):

$2\,Mg + O_2 \rightarrow 2\,MgO$

Eine weitere Methode, jedoch für den Einsatz außerhalb eines Labors ungeeignete Möglichkeit, ist die Neutralisation eines Stoffes. Dabei muss die gleiche Anzahl Oxoniumionen und Hydroxidionen vorliegen. Aus den in den Lösungen vorhandenen Resten entstehen dann Salze. Ein Beispiel hierfür ist die Reaktion von Salzsäure (HCl) mit Kalilauge (KOH):

$HCl + KOH \rightarrow KCl + H_2O$
Dabei entsteht Wasser und Kaliumchlorid (Salz) (Gärtner et al, 2004).

5.3. Dekontamination bei biologischen Agenzien

Die Dekontamination von biologischen Agenzien erfolgt meist unter Verwendung von Säuren, Aldehyden oder Chlor. Alle diese genannten Stoffe durchdringen die Zellmembran des Organismus und ermöglichen so den Eintritt von Wasser oder stören den Zellstoffwechsel und leiten so die Apoptose der Zelle ein. Somit ist die Zelle nicht mehr aktiv und dadurch unschädlich gemacht. Bei der Desinfektion werden dabei nicht alle Zellen zerstört, sondern die Keimzahl nur so weit reduziert, dass ein nicht pathogenes Maß erreicht wird. (Uelpenich, 2013)

6. Dekontaminationsverfahren

In diesem Abschnitt soll darauf eingegangen werden, wie Best möglichst ein im ABC-Einsatz eingesetztes Messgerät dekontaminiert und zur Auswertung in den Absperrbereich gegeben werden kann. Da für den Einsatzfall Verfahren wie Heißdampf, Kochen oder maschinelle Dekontamination nicht praktikabel sind und zudem die Messgeräte nicht für derartige Verfahren ausgelegt sind, werden im Weiteren folgende Verfahren näher erläutert: Trockendekontamination, Wischdekontamination und Nassdekontamination.

6.1. Trockendekontamination

Bei der Trockendekontamination wird das Gerät lediglich durch Abwischen, Absaugen oder Abtupfen gereinigt. Das Einsetzen eines Dekontaminationsmittels ist hierbei nicht vorgesehen. Diese Form der Dekontamination ist lediglich dann erfolgreich, wenn der Stoff in Partikelform am Gerät anhaftet. Im Bereich der A-Gefahrenabwehr wäre dies denkbar und ein Vorschlag des BBKs zur Dekontamination im A-Fall. Für die B- und C-Gefahrenabwehr ist jedoch der Einsatz von Dekontaminationsmitteln zur Abtötung von Keimen oder dem Entfernen der Chemikalie von der Oberfläche sinnvoll (VfdB, 2005).

6.2. Wischdekontamination

Bei der Wischdekontamination wird das Gerät mittels Tuch und Dekontaminationsmittel gereinigt. Da bei Messgeräten meist keine ‚Wäsche' oder gar das Tauchen des Geräts unter Wasser möglich ist, muss im Fall einer Kontamination auf die Wischdekontamination zurückgegriffen werden. Hierbei sollte nur so viel Dekontaminationsmittel wie nötig eingesetzt werden, um weder die Oberfläche des Geräts noch die Messsensoren zu beschädigen. Allerdings muss so viel Dekontaminationsmittel eingesetzt werden, dass die Reinheit der Oberfläche gewährleistet werden kann. Bei der Wischdekontamination kann dann auch gezielt nur die Fläche bearbeitet werden, an der die Kontamination festgestellt wurde und dekontaminiert werden muss. Beim Einsatz des Dekontaminationsmittels muss die Einwirkzeit (siehe 4.3.) beachtet werden und nach der Reinigung noch einmal mit Wasser oder via Trockentuchnachreinigung Rückstände des Dekontaminationsmittels beseitigt werden. Ist dies erfolgt gilt das Messgerät als dekontaminiert und kann zur Auswertung nach draußen gegeben werden. Sollte nicht zweifelsfrei ausgeschlossen werden können, dass noch Reste des Kontaminanten an der Oberfläche anhaften, muss der Schritt der Wischdekontamination erneut wiederholt werden (Uelpenich, 2013).

6.3. Nassdekontamination

Als Nassdekontamination wird die Anwendung von flüssigen Dekontaminationsmitteln zur Oberflächenreinigung bezeichnet. Das Verfahren besteht aus Aufbringen, ggf. mechanischer Einarbeitung und Abspülen des Reinigungsmittels. Als Dekontaminationsmittel kommen neben Wasser und wässrigen Lösungen auch nichtwässrige Reinigungsmittel in Frage (VfdB, 2005).

6.4. Einwirkzeiten

Die Einwirkzeiten der Dekontaminationsmittel sind von der Gefahrenlage, dem Kontaminanten und der Konzentration des Mittels abhängig.

Je nach dem kann die Einwirkzeit von einer Minute bis zu mehreren Stunden dauern. Sinnvoll ist die Einwirkzeit eines Dekontaminationsmittels bei Messgeräten nur dann, wenn die Einwirkzeit des Dekontaminationsmittels lediglich so lange ist, dass noch während des Einsatzes die Messdaten ausgewertet werden können.

Die Einwirkzeit kann meist durch eine höhere Konzentration des Dekontaminationsmittels verkürzt werden, allerdings kann hierbei das Gehäuse oder die Sensoren des Geräts angegriffen und geschädigt werden.

7. Dekontaminationsmittel

Zum Zweck der Dekontamination bieten diverse Hersteller verschiedene Dekontaminationsmittel an. Hierbei ist es für Feuerwehren oder andere Hilfsorganisationen ratsam sich an die Listen des Robert-Koch-Instituts (RKI) und die VfdB-Richtlinie 10-04 zu halten und daraus für sich selbst das bestgeeignetste Mittel zu beschaffen. Dabei muss entschieden werden, wofür das Dekontaminationsmittel genutzt werden soll (Geräte, Flächen oder Haut) und welches Wirkungsspektrum das Dekontaminationsmittel haben soll. Hinsichtlich Dekontaminationsmittel im B-Bereich ist für kleinere Feuerwehren oder freiwilligen Feuerwehren eventuell die Kooperation mit dem örtlichen Krankenhaus sinnvoll, umso unnötige Kosten abgelaufener Dekontaminationsmittel durch Austausch zu vermeiden.

Generell ist bei der Dekontamination von Geräten darauf zu achten, dass diese im späteren Verlauf wieder ohne Schutzausrüstung angefasst werden sollen. Eine Restanhaftung des Dekontaminationsmittels in schädigenden Konzentrationen an Geräten oder Oberflächen ist zwingend zu vermeiden.

7.1. Dekontaminationsmittel im atomaren Einsatz

Da eine Kontamination von Messgeräten im atomaren Einsatz hauptsächlich nur bei der Freisetzung pulverisierter Strahlungsquellen vorkommt und diese zweifelsfrei durch die Messung mittels Kontaminationsnachweisgerät nachgewiesen werden kann, ist dies eine gut beherrschbare Situation und die Durchführung der Dekontamination kann schnell und effizient erfolgen.

Die Stäube lassen sich gut entfernen. Hierzu sollte entweder eine Trockendekonamination mittels Klebeband, Sprühkleber oder Tuch durchgeführt oder eine Lösung mit Tensid und Wasser angesetzt werden. Dies reicht zur Dekontamination im A-Einsatz in der Regel aus. Sollte das Gerät länger im Gefahrenbereich verblieben sein und die Strahlung bereits in das Material eingedrungen sein, verbleibt das Gerät innerhalb des Absperrbereichs und ist abzuschreiben. Nach dem mechanischen Eintrag in die Geräteoberfläche, ist eine Dekontamination nur noch mittels mechanischen Abtragens möglich. Diese Methode kann an Einsatzstellen aber nicht angewandt werden (Landesfeuerwehrverband Saarland, 07/2009).

7.2. Dekontaminationsmittel im biologischen Einsatz

Bei bekannten Agenzien ist die Heranführung eines geeigneten Desinfektionsmittels an die Einsatzstelle zu bevorzugen. Da es keinen adäquaten Nachweis für eine Kontamination mit biologische Agenzien gibt, wird in diesem Fall stets auf Verdacht dekontaminiert. Es ist abzuwägen, ob das Herausgeben des Messgeräts zwingend notwendig ist, oder ob dies ggf. im Gefahrenbereich verbleibt, um eine Kontaminationsverschleppung zu vermeiden.

Bei unbekannten Agenzien empfiehlt sich die Dekontamination der Messgeräte mit Peressigsäure (PES) in der Konzentration von 40% für die Dauer von 5-10 Minuten (Robert-Koch-Institut, 2013).

Dabei ist zu beachten, dass diese Konzentration für das Anfassen ohne Schutzausrüstung (Handschuhe) zu hoch ist und hierbei eine Nachreinigung des Geräts mit Wasser zwingend erfolgen muss. Zur Konzentrationsüberprüfung am Gerät kann pH-Papier eingesetzt werden.

Die Dekontamination im Bereich biologischer Agenzien kann auch enzymatisch erfolgen, hierzu ist aber detailliertes Expertenwissen erforderlich. Diese ist für den normalen Feuerwehreinsatz nicht praktikabel.

In jedem Fall ist es ratsam, einen Fachberater oder eine fachkundige Person im Bereich der biologischen Gefahrenabwehr zu Rate zu ziehen.

7.3. Dekontaminationsmittel im chemischen Einsatz

Im Bereich der chemischen Stoffe erfolgt eine spezifischere Trennung zwischen den einzelnen Stoffen, welchen ein spezielles Dekontaminationsmittel zugeordnet wird.

Die folgende Tabelle enthält Stoffe und geeignete Dekontaminationsmittel nach Empfehlung des Vfdb und der Dekontaminationsmittelliste der analytischen Taskforce (ATF) Mannheim:

Tabelle 1: Ausgewählte Dekontaminationsmittel auf Grundlage der Vorarbeit der ATF Mannheim und nach Empfehlung des VfdB

Stoff	Dekontaminationsmittel
Aromaten	Polyethylenglycol
Benzine	Flüssigseife, Spülmittel
Fette	Tenside (Kaltreiniger, Spülmittel, ggf. Mehrbereichsschaummittel)
Laugen	Wasser
Säuren	Natriumcarbonat als Pulver oder Lösung (10%) Wasser
Chemische Kampfstoffe	Chlorkalk Calcium-/Natriumhypochlorid 2%-ige alk.Natronlauge (nicht bei VX!!)

Bei ausgetretenen Säuren oder Laugen empfiehlt es sich, so weit möglich, mit viel Wasser eine Verdünnung und damit die schädliche Wirksamkeit des Stoffes zu reduzieren.

Tenside dienen als Lösungsmittel für hydrophobe Stoffe, wie beispielsweise Fette. Hierbei muss es nicht zwangsläufig ein teures Reinigungsmittel sein, bereits der Einsatz eines handelsüblichen Spülmittels reicht aus, um diese zu lösen und die kontaminierte Fläche zu dekontaminieren. Sollte an einer Einsatzstelle kein Tensid vorhanden sein, das zur Dekontamination eingesetzt werden kann, so kann mittels Mehrbereichsschaummittel (nicht AFFF) die gleiche Wirkung erzielt werden.

Chemische Kampfstoffe bilden allein schon durch ihre toxische Wirkung und das enorme gesundheitsgefährdende Potenzial eine besondere Herausforderung an die Einsatzkräfte. Sollte eine Dekontamination auf Grund eines Anschlags mit C-Kampfstoffen notwendig werden, ist der Einsatz von Calcium- oder Natriumhypochlorid sinnvoll. Diese Stoffe führen eine Hydrolyse[5] des Kampfstoffes durch. Für den Bereich der chemischen Kampfstoffe gibt es zu dem bereits Dekontaminationsmittel wie beispielsweise die ‚deutsche Emulsion', Chlorkalkverbindungen oder die OWR-Dekont-Emulsion. Die ‚deutsche Emulsion' ist ein Dekontaminationsmittel bestehend aus 7,5 % Calciumhypochlorid, 15% Tetrachlorethylen, 1% Emulgator und 76,5 % Wasser. Die OWR-Dekont-Emulsion besteht aus einer wasserfreien Dekontaminationslösung auf Alkoholbasis, die auch für sensible Bauteile, wie beispielsweise Elektronik, geeignet ist (OWR, 2006).

[5]Hydrolyse: Chemische Reaktion eines Stoffes mit einem Zweiten zu einem oder mehrerer neuer Stoffe

8. Messgeräte der Feuerwehr Hamburg

Bei der Feuerwehr Hamburg werden diverse Messgeräte für den ABC-Einsatz vorgehalten. Dabei handelt es sich um Strahlenmessgeräte, Infrarotspektroskope oder Ionisationsdetektoren. Die Geräte sind von diversen Herstellern und haben Kunststoff- oder Metallgehäuse. Im Folgenden werden die Geräte kurz vorgestellt und auf die Beschaffenheit des Gehäuses in Bezug auf dessen chemische Beständigkeit näher eingegangen.

Raman-Spektrometer: Das Raman-Spektrometer ist ein Messgerät zur Identifikation von Stoffen mittels Laser. Es kann sowohl flüssige chemische Stoffe, als auch in Wasser gelöste Feststoffe erkennen und identifizieren. Dies geschieht an Hand des charakteristischen Spektrums des Stoffes.



Abbildung 4: Raman-Spektrometer

Das Gerät selbst besteht aus Kunststoff und kann laut Herstellerangabe in der Betriebsanleitung zur Dekontamination entweder eine Stunde in Wasser oder wahlweise einem Teil Natriumhypochlorid (5%) und zehn Teilen Wasser gelegt werden.

Identifizieren lassen sich mit diesem Gerät Explosivstoffe, Organische Verbindungen wie Erdölprodukte, Pestizide, Drogen oder chemische Kampfstoffe, in Wasser gelöste Verbindungen und anorganische Verbindungen, wie beispielsweise Säuren, Oxide und kristalline Halbmetalle. Nicht detektieren lassen sich dunkel gefärbte Stoffe, wie beispielsweise Rohöle, stark fluoreszierende Stoffe, die meisten Elemente und Metalle, einige Säuren (Salzsäure und Flusssäure), biologische Stoffe (Antrax und Rizin), sowie radioaktive Stoffe, Gase, Dämpfe und stark verdünnte Stoffe (Analyticon Instruments, 2011).

CMS Analyzer: Bei diesem Gerät handelt es sich um ein Chipmesssystem der Firma Dräger. Dabei können für verschiedene Stoffe die passenden Chips in das Gerät eingelegt werden und so die vor Ort vorherrschende Konzentration des Stoffes gemessen werden. Dieses Gerät ist ein reines Gasmessgerät und kann somit lediglich in der Luft freigesetzte Gase messen. Zudem ist es erforderlich, den Stoff an sich bereits zu kennen, da der passende Chip in das Gerät eingelegt werden muss.



Abbildung 5: Chip-Mess-System Analyser von Dräger

Das Gehäuse des Geräts besteht aus glasfaserverstärktem Polyamid.

MSA Auer Orion Plus: Dieses Gerät dient zur Gasmessung von bis zu 5 Stoffen mittels spezifischer Messsonde. Zum Einsatz bei der Feuerwehr Hamburg kommt dieses Gerät zum Messen von CO_2-Konzentrationen in der Luft. Das Gehäuse des Geräts besteht aus mit Kohlenstoff gefülltem Nylon und ist somit resistent gegen mechanische Beanspruchung, elektrische Störeinflüsse und korrosive Gase.

Bei diesem Gerät bestehen laut Betriebsanleitung ein Spritzwasserschutz nach IP54 und ein Explosionsschutz (MSA Auer,2013).



Abbildung 6: MSA Auer Orion Plus

Gas Alert Micro 5: Das Gas Alert Micro 5 ist ein Messgerät, welches fünf verschiedene Sensoren zum Messen spezifischer Gase eingebaut hat. Es hat einen Photonen-Ionisations-Detektor zum Messen von Kohlenwasserstoffen, eine O2-Messsonde, kann das Low-Explosion-Level zur Festlegung eines Ex-Bereiches messen, hat einen Sensor zum Messen der CO-Konzentration und kann auch noch Schwefelwasserstoff in der Umgebungsluft messen.


Abbildung 7: Gas Alert Micro 5

Gefahrstoff-Detektoren-Array (GDA): Dieses Messgerät misst automatisch in der Luft befindliche Gase. Es ist eine Mischung aus Ionisations-Mobilitäts-Spektrometer (IMS) und einem Photonen-Ionisations-Detektor (PID). Aus einer Stoffdatenbank, die sich auf dem Gerät befindet, sucht es den passenden Gefahrstoff heraus und zeigt diesen an. Das Gerät kann keine Konzentrationen anzeigen, sondern erstellt lediglich einen qualitativen Nachweis des Gases. Das GDA besteht im Gegensatz zu allen anderen Messgeräten nicht aus einem Kunststoffgehäuse, sondern hat ein reines Metallgehäuse.


Abbildung 8: Gefahrstoff-Detektoren-Array

Das Gerät kann im Kontaminationsfall durch ein Tuch getränkt mit Dekontaminationsmittel gereinigt werden. Bevor dieses geschieht müssen aber alle Ausgänge (Luftansaugung etc.) mit den Verschlusskappen verschlossen werden. Nach der Reinigung mit dem Dekontaminationsmittel sollte die Nachreinigung mittels feuchtem Tuch erfolgen (Airsense Analytics, 2011)

HazMad ID: Das HazMad ID dient zur Analyse von festen, flüssigen und viskosen Stoffen. Das Gerät analysiert aufgetragene Stoffe mittels Infrarotlicht. Dabei wird sich das stoffspezifische Absorptionsmuster zu nütze gemacht. Die Datenbank umfasst 3303 allgemeine Chemikalien wie Säuren, Laugen und Alkohole, 392 toxische Industriechemikalien, wie beispielsweise Pentachlorethan, Bariumchlorid oder Morpholin, eine 43 Stoffe umfassende Drogendatenbank, eine 31 Stoffe umfassende Explosivstoffdatenbank, eine gerichtschemische Datenbank mit 454 Stoffen, wie beispielsweise Testosterone, Etorphine oder Kokain, eine Datenbank für weißes Pulver, wie


Abbildung 9: HazMad ID der Firma Smith Detection

beispielsweise Aspirin, Süßungsmittel oder Eiweiß und eine Datenbank für chemische Kampfpstoffe. (Anon., 2013)

Das HazMad ID besteht sowohl aus einem Kunststoffgehäuse, wie auch Metallteilen. Da hier die Probe unmittelbar auf dem Gerät aufgetragen wird und auch biologische Agenzien mit diesem Gerät erfasst werden können, ist hier eine Dekontamination zwingend nach dem Gebrauch erforderlich.

Das Unternehmen Smith Detection teilt in einer selbstdurchgeführten Studie zur Dekontamination des HazMad ID's im März 2011 folgendes mit: Das HazMad ID wies nach dem Einlegen in eine Dekontaminationslösung mit 2% Peressigsäure oder 0,2 % Sodium Lauryl Sulfat (ein anionisches Tensid) und Wasser nach 30 Minuten Einwirkzeit keine Schäden am Gerät oder eine Beeinträchtigung der Funktion auf. Somit ist das Gerät für diese Form der Dekontamination geeignet und kann so im Einsatzfall dekontaminiert werden. Allerdings sollte es nicht für längere Zeit mit aggressiven, organischen Substanzen in Kontakt kommen. Das Gehäuse besteht aus schlagfestem ABS. (Smith Detektion, 2011)

GC/MS: Bei diesem Gerät handelt es sich um einen Gaschromatographen mit Massenspektrometer. Es kann chemische Stoffe erkennen, analysieren und in der jeweiligen stoffspezifischen Kurve anzeigen. Auch die Analyse von Stoffgemischen ist mit diesem Gerät möglich.

Dosiswarner FH 41F-M: Dosiswarner werden im Fall von Einsätzen mit atomaren Gefahren benutzt. Sie dienen zum Abstecken des Gefahrenbereichs (25 µSv/h) und warnen bei Erreichen der Einsatzgrenzwerte von 50,100 und 250 mSv/h.

Abbildung 10: Dosiswarner FH 41F-M

Gammatest 1: Das Messgerät Gammatest 1 ist ein Dosisleistungsmessgerät. Es dient zur Warnung beim Erreichen der Einsatzgrenzwerte. Das Gehäuse besteht zum einen aus schlagfestem Kunststoff, hat zudem auch Metallteile an der Außenseite des Gehäuses.

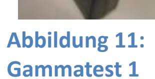


Abbildung 11: Gammatest 1

Rados H13421 F Micro-Cont: Hierbei handelt es sich um ein Kontaminationsnachweisgerät. Diese Geräte werden an Dekontaminationsplätzen für den Nachweis radioaktiver Strahlung auf Kleidung oder Personen benutzt. Das Gehäuse des Geräts besteht aus schlagfestem Kunststoff und hat noch Metallteile an der Außenseite

Graetz X50 DE: Bei diesem Gerät handelt es sich um ein Dosisleistungsmessgerät für den A-Einsatz. Hiermit kann die aktuell am Einsatzort vorherrschende Dosisleistung gemessen werden. Das Gehäuse des Geräts besteht aus schlagfestem Kunststoff.



Abbildung 12: Graetz X50 DE

Bei den letzten vier Geräten handelt es sich um Messgeräte für den atomaren Einsatz. Da in diesem Einsatzgebiet zur Dekontamination lediglich Wasser und Tensid angedacht sind, dürfte es hier zu keinen Problemen oder Wechselwirkungen zwischen Geräteoberfläche und dem Dekontaminationsmittel kommen.

9. Marktanalyse Dekontaminationsmittel

Der Markt für Dekontaminationsmittel ist ein breitgefächertes Spektrum an diversen Mitteln und Herstellern.

Für das Ziel dieser Arbeit, einen Dekontaminationskoffer für die Feuerwehr Hamburg mit Dekontaminationsmitteln für den ABC-Einsatz zu entwickeln, werden folgende Stoffe als notwendig erachtet:

Tabelle 2: Übersicht der passenden Dekontaminationsmittel für ABC-Einsätze

Fall	Dekontaminationsmitte	Wirkung bei folgenden Stoffen
Atomare Kontamination	Tensid	α - und β- Strahlung
Biologische Kontamination	Peressigsäure	Bakterien, Viren, Sporen
Chemische Kontamination	Tensid	Benzine Fette
	Natriumcarbonatpulver (als Feststoff oder als 10%-ige Lösung)	Säuren
	Wasser	Laugen
	Polyethylenglycol	Aromaten
	Natriumhypochlorid Calciumhypochlorid	Kampfstoffe

Somit ergeben sich schlussendlich fünf verschiedene Stoffe, welche im Dekontaminationskoffer in ausreichender Menge vorgehalten werden sollen.

Für den Bereich der biologischen Gefahrenabwehr ist darauf zu achten, dass das Mittel Pilze, Bakterien sowie Viren abtötet. Nur ein für alle drei B-Bereiche gelistetes Desinfektionsmittel kommt in Frage. Durch das Robert-Koch-Institut wurden in Frage kommende Mittel für diesen Bereich zusammengestellt und stehen als Onlineversion zur Verfügung.

Ein bereits durch das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe in den Katastrophenschutz eingeführtes Desinfektionsmittel im Bereich der biologischen Gefahrenabwehr ist das Produkt der Firma Kesla Pharma Wolfen GmbH, Wofasteril®. Dabei handelt es sich um ein Produkt, das sich aus Peroxyessigsäure, Wasserstoffperoxid und Essigsäure zusammensetzt. Das Herstellen einer gebrauchsfertigen Lösung vor Ort ist durch den eingesetzten Trupp notwendig. Nach der Verwendung von Wofasteril® muss das gereinigte Gerät mit Wasser nachgespült werden. Eine Einwirkzeit von 30 Minuten muss eingehalten werden, damit die Wirksamkeit gewährleistet ist. Auf Grund der oxidierenden Wirkung des Produkts, darf es nicht auf metallische Oberflächen aufgebracht werden.

Zu dem gelten für das Produkt Wofasteril® gesonderte Lagerbedingungen. Hier ist zu beachten, dass das Produkt ständig einem Oxidationsvorgang unterliegt und somit nur in Behältnissen mit Entlüftungseinrichtungen und an einem gut belüfteten Ort gelagert werden

darf. Hier ist zu überlegen, wenn es zur Verwendung von Wofasteril® bei der Dekontamination von Messgeräten kommt, dieses nicht auf dem U-Dienstfahrzeug direkt zu verlasten, sondern an einem geeigneten Standtort an der Technik- und Umweltwache und dann erst im Bedarfsfall an die Einsatzstelle gebracht wird.

Das Unternehmen Futuretech/ Kärcher Group bietet im Bereich der CBRN-Gefahrenabwehr für jeden Bereich ein komplett fertiges Mittel zur Dekontamination des jeweiligen Stoffes an. Im Bereich der atomaren Gefahrenabwehr hat das Unternehmen das Produkt GDS 2000 im Angebot. Dieses ist ein Mittel bestehend aus zwei Komponenten, welche im ersten Schritt anhaftende radioaktive Partikel löst und diese im zweiten Schritt entfernt. Dabei handelt es sich um ein ‚wässriges Tensidsystem mit geeigneten Komplexbildnern, Oxidationsmitteln oder anderen Bestandteilen‘ (Futuretech, Kärchergroup, 2013). Für den Bereich der biologischen Dekontamination bietet Kärcher das BDS 2000an. Hier ist die Grundlage des Dekontaminationsmittels Peressigsäure. Auf Grund der Messgeräteempfindlichkeit ist der Einsatz eines Drucksprühgeräts zur Aufbringung der Dekontaminationssubstanz allerdings in Frage zu stellen. In solchen Fällen kann laut Auskunft von Kärcher das Desinfektionsmittel auch als Tauchlösung angewandt werden. Für den Bereich der chemischen Dekontamination bietet Futuretech ein nichtwässriges Dekontaminationsmittel an. Es handelt sich dabei um ein Mittel, welches alle relevanten chemischen Kampfstoffe dekontaminieren kann. Im Gegensatz zu den Mitteln im A- und B-Bereich ist dieses Mittel lediglich durch geeignete Applikationsgeräte aufzutragen, es werden also keine Hoch- oder Drucksysteme benötigt. Neben dieser CBRN-Dekontaminationsmittelfamilie hat Kärcher zudem weitere Produkte in der Reihe der Reinigungsmittel im Angebot, welche eventuell als reines Tensid für Benzine und Fette genutzt werden können. Nach Rücksprache das Unternehmen Kärcher sind die Mittel für Kunststoffe bei sachgemäßer Anwendung geeignet und wurden durch die Bundeswehr bereits getestet und eingeführt (Futuretech, Kärchergroup, 2013).

Ein weiterer Hersteller im Bereich der Dekontaminationsmittel ist die Firma OWR. Neben umfangreicher Literatur zum Thema Dekontamination und Dekontaminationsgeräte wie Verdampfer oder Verneblungsgeräte vertreibt die Firma auch passende Dekontaminationsmittel auf Alkoholbasis (OWR, 2013).

Neben diesen drei Angeboten gibt es jede Menge Hersteller und Lieferanten für Tenside, peressigsäurehaltige Desinfektionsmittel, Polyethylenglykole (PEG) in diversen Konzentrationen und Natriumhypochlorid. Dabei ist eine Mengenabnahme ab 5 L möglich. Für die Verwendung als Desinfektionsmittel für Messgeräte reichen kleinere Mengen aus, so dass die Beschaffung von jeweils einem 5 L Kanister ausreichend ist. Auch im Hinblick auf die Haltbarkeit des Desinfektionsmittels ist es sinnvoll, kleinere Mengen vorzuhalten. Sollte im Laufe der Praxisnutzung festgestellt werden, dass ein erhöhter Bedarf an den Desinfektionsmitteln besteht, kann jeder Zeit auf eine größere Gebindegröße umgestellt werden.

Beachtet werden muss zudem, dass die Bestückung des Koffers auf dem U-Dienstfahrzeug mit Mengen um die 200-500 ml je nach anzuwendender Endkonzentration verlastet werden soll. Somit sind die Kanister angebrochen und haben dann nur noch eine begrenzte Haltbarkeit. Vor Erreichen der Endhaltbarkeit des Produkts muss rechtzeitig für Ersatz gesorgt werden.

Bei Natriumcarbonatpulver (auch bekannt als Soda) muss darauf geachtet werden, dass das Pulver trocken geladen wird, da es sonst zu einer Reaktion und Verunreinigung kommen kann.

Natriumhypochlorid ist nur als Lösung länger haltbar. Bei dieser ist ebenfalls darauf zu achten, dass sie keinen hohen Temperaturen ausgesetzt und vor Sonneneinstrahlung geschützt ist. Auch hier ist die Belüftung des Standorts wichtig. Ebenfalls darf dieser Stoff nicht zusammen mit Säuren gelagert werden. Die Haltbarkeit des Produkts beträgt ca. 6 Monate.

10. Versuchsreihe zur Dekontamination von Geräten

10.1. Versuchsaufbau

Folgende Kunststoffe sollen auf ihre Verträglichkeit von Säuren, Laugen und möglicher Dekontaminationsmittel geprüft werden:

- Schlagfestes ABS
- Glasfaserverstärktes PA

Diese beiden Kunststoffe werden bei Messgeräten der Feuerwehr Hamburg als Gehäuseummantelung laut Herstellerangaben genutzt.

Pro Kunststoff sollen dann für 24 Stunden jeweils 2 Stücke in Polyethylenglycol, 10%-ige Natriumhypochloridlösung, 10%-ige Natriumcarbonatösung und 2%-ige PES gelegt werden. Auf die Prüfung des Verhaltens des Kunststoffes im Bezug auf ein Tensid wird verzichtet, da es sich um handelsübliche Kunststoffe und handelsübliches Tensid handelt, ist ein schadhaftes Einwirken des Tensids auf den Kunststoff unwahrscheinlich.

Durch Gewichtsmessung soll dann der Quellgrad des Kunststoffes ermittelt werden, um so Rückschlüsse auf das Eindringen des Stoffes in den Kunststoff zu ziehen.



Abbildung 13: Versuchsaufbau der Lösungen

10.2. Versuchsdurchführung

Bei der Versuchsdurchführung sollen folgende zwei Gesichtspunkte betrachtet werden:

- Optische Veränderungen
- Zunahme des Gewichts

Die Konzentration des Desinfektionsmittels entspricht dabei der Konzentration, welche auch für die Dekontamination nach einem Einsatz genutzt werden soll.

Die optische Veränderung wird bildtechnisch festgehalten, so dass ein direkter Vorher-Nachher-Vergleich stattfinden kann.

Die Zunahme des Gewichts wird mittels einer Laborwage ermittelt. Auf Grund der Zunahme des Gewichts kann die Aufnahme des Stoffes in den Kunststoff nachgewiesen werden.

Für einen Kerbschlagbiegeversuch oder die Zugfestigkeit des Stoffes stehen leider keine Möglichkeiten zur Verfügung. Diese beiden weiterführenden Tests würden aber weiteren Aufschluss über die Wirkung im Kunststoff ergeben.

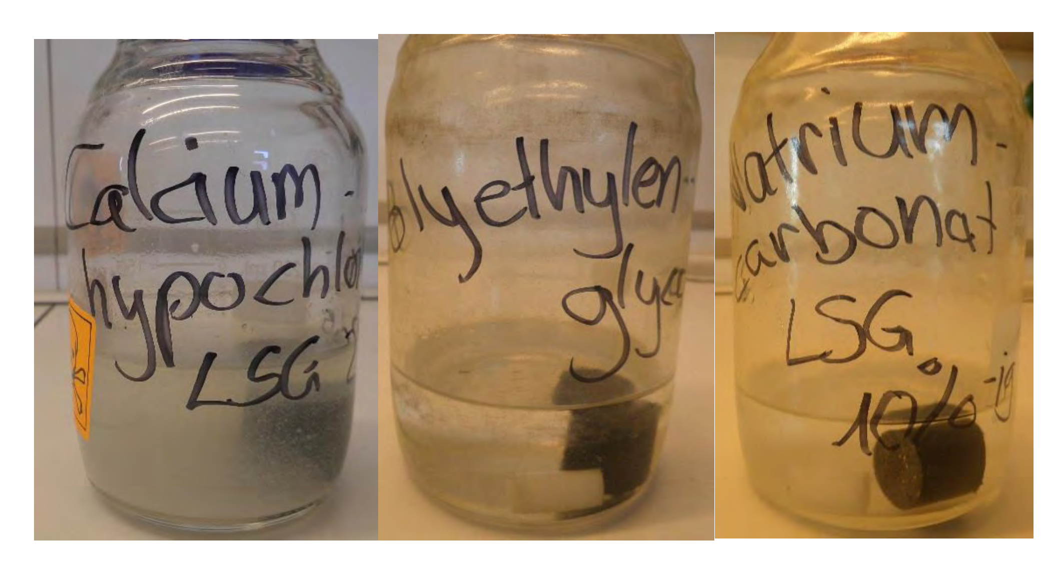


Abbildung 14: Versuchsdurchführung, PES ist in einer dunklen Falsche, somit ist kein Foto möglich

10.3. Versuchsreihe 1

Die erste Versuchsreihe erfolgte mit jeweils einem Stück von 2 cm des schlagfesten ABS und des glasfaserverstärkten PA’s. Diese wurden in Polyethylenglycol, 10%-ige Natriumhypochloridlösung, 10%-ige Natriumcarbonatösung und 2%-ige PES für insgesamt 26 Stunden und 32 Minuten eingelegt und anschließend mit fließend Wasser abgespült und anschließend mittels Papiertuch abgetrocknet



Abbildung 15: Kunststoffproben nach 1. Versuchsdurchführung, Draufsicht

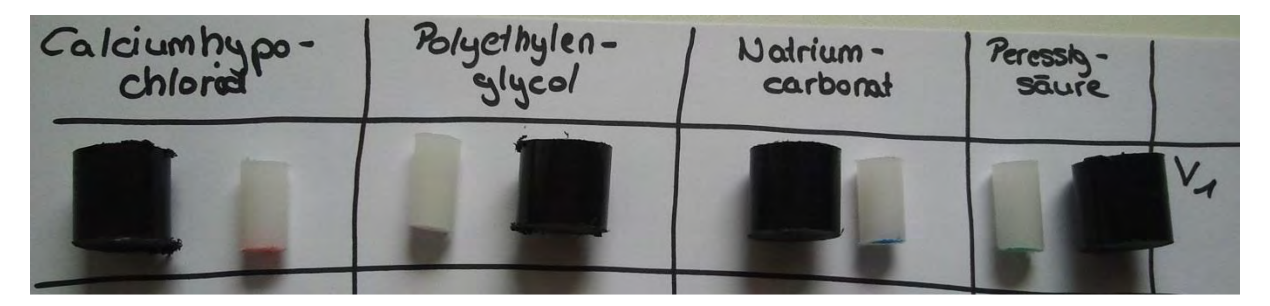


Abbildung 16: Kunststoffproben nach 1.Versuchsreihe, Seitenansicht

Wie den Abbildungen zu entnehmen ist, ist keine optische Veränderung der Kunststoffe sichtbar. Hätte sich eine optische Veränderung gezeigt, beispielsweise durch entfärben, wäre dies ein Indiz für die Veränderung der Kunststoffeigenschaften, wie Festigkeit und Gitterstruktur, gewesen.

Es ist eine minimale Gewichtsveränderung der Stoffe wahrnehmbar:

Tabelle 3: Anfangsgewicht Kunststoffe Versuch 1

Anfangsgewicht in [g]	Calciumhypochlorid	Polyethylenglycol	Natriumcarbonat	Peressigsäure
ABS Versuch 1	3	3,23	2,95	3,14
PE Versuch 1	9,29	8,76	8,98	9,32

Tabelle 4: Endgewicht der Kunststoffe Versuch 1

Endgewicht in [g]	Calciumhypochlorid	Polyethylenglycol	Natriumcarbonat	Peressigsäure
abs	3,02	3,23	2,95	3,15
pe	9,31	8,76	8,99	9,33

Damit ergibt sich folgende prozentuale Gewichtszunahme:

Tabelle 5: Gewichtszunahme während des 1. Versuchs in %

Prozentuale Gewichts-zunahme	Calciumhypochlorid	Polyethylenglycol	Natriumcarbonat	Peressigsäure
ABS Versuch 1	0,662	0,937	0,34	0,964
PE Versuch 1	0,0215	0,114	0,112	0,322

10.4. Versuchsreihe 2

Der zweite Versuchsaufbau ist zum Ersten identisch. Es wurden dieselben Lösungen mit gleichen Konzentrationen wie bei der ersten Versuchsreihe genutzt.

Diese Versuchsreihe bestätigt den vorherigen Durchlauf mit folgenden Ergebnissen:

- Minimale Gewichtszunahme der Soffe
- Keine optische Veränderung der Kunststoffteile

Tabelle 6: Anfangsgewicht der Kunststoffe Versuch 2

Anfangsgewicht in [g]	Calciumhypo-chlorid	Polyethylen-glycol	Natriumcarbonat	Peressigsäure
ABS Versuch 2	3,01	3,11	3,13	3,05
PE Versuch	8,88	8,94	8,14	9,18

Tabelle 7: Endgewicht der Kunststoffe Versuch 2

Endgewicht in [g]	Calciumhypochlorid	Polyethylenglycol	Natriumcarbonat	Peressigsäure
ABS Versuch 2	3,04	3,14	3,12	3,08
PE Versuch	8,9	8,99	8,17	9,23

Damit ergibt sich folgende prozentuale Gewichtszunahme während des Versuchs:

Tabelle 8: Gewichtszunahme während des 2. Versuchs in %

Prozentuale Gewichts-zunahme	Calciumhypo-chlorid	Polyethylen-glycol	Natriumcarbonat	Peressigsäure
ABS Versuch 2	0,996	0,964	0,32	0,983
PE Versuch 2	0,225	0,559	0,368	0,554

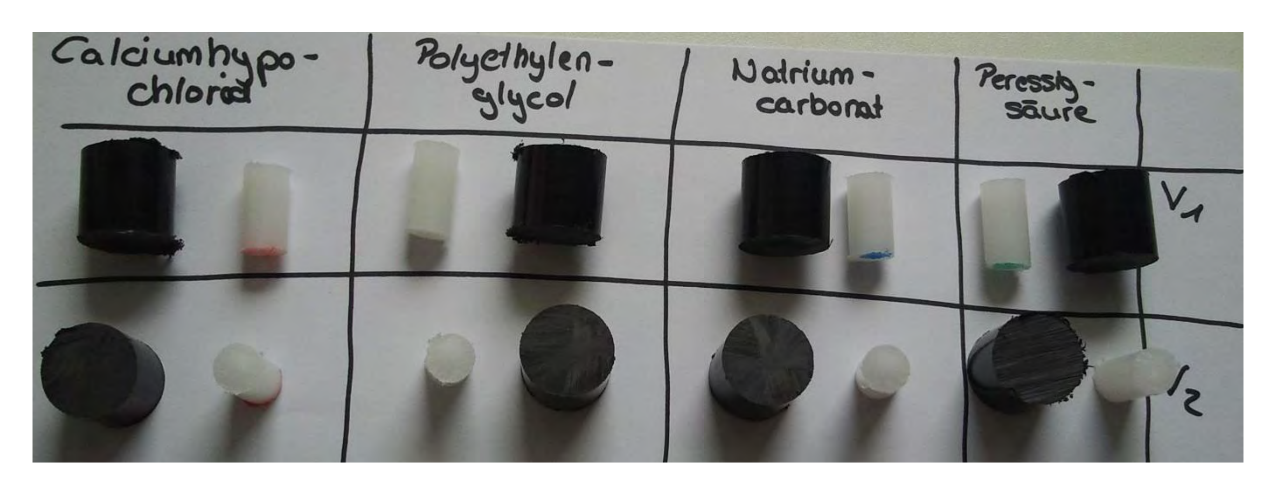


Abbildung 17: Draufsicht Versuchsreihe 2, untere Reihe

Abbildung 18: Seitenansicht Versuchsreihe 2, untere Reihe

10.5. Ergebnisse der Messreihe

Zwei Wochen nach dem Bad in den jeweiligen Stoffen ist an den Kunststoffen immer noch keine optische Veränderung zu sehen. Die Kunststoffe wurden dabei, wie auch nach Einsätzen üblich, an der Luft und in der Sonne liegend auf der Fensterbank gelagert. Das Gewicht wurde erneut geprüft und kam zu folgendem Ergebnis:

Tabelle 9: Gewicht der Kunststoffe nach 14 Tagen

Gewicht nach 14 Tagen in [g]	Calciumhypo-chlorid	Polyethylen-glycol	Natriumcarbonat	Peressigsäure
ABS Versuch 1	3	3,23	2,95	3,14
PE Versuch 1	3,92	8,76	8,99	9,32
ABS Versuch 2	3,01	3,11	3,12	3,05
PE Versuch 2	8,88	8,94	8,14	9,18

Die Gewichtszunahme nach dem Versuch ist vermutlich dadurch zu erklären, dass noch Stoff- oder Wasserreste an der Oberfläche der Kunststoffe angehaftet sind, die nun im Laufe der zwei Wochen verdampft sind. Ein Auslösen des Stoffes aus den Kunststoffen ist unwahrscheinlich, da keine optische Veränderung makroskopisch wahrzunehmen ist oder eine spürbare Veränderung der Oberfläche vorliegt

Auf Grund der Tatsache, dass nach zwei Wochen immer noch keine optische Veränderung der Oberfläche zu sehen ist und die Gewichtszunahme sich wieder reduziert hat, ist davon auszugehen, dass die Kunststoffe bei der Dekontamination mit diesen Mitteln keinen Schaden nehmen. Somit kann im Einsatzfall ein kontaminiertes Messgerät mit diesen Mitteln erfolgreich dekontaminiert werden.

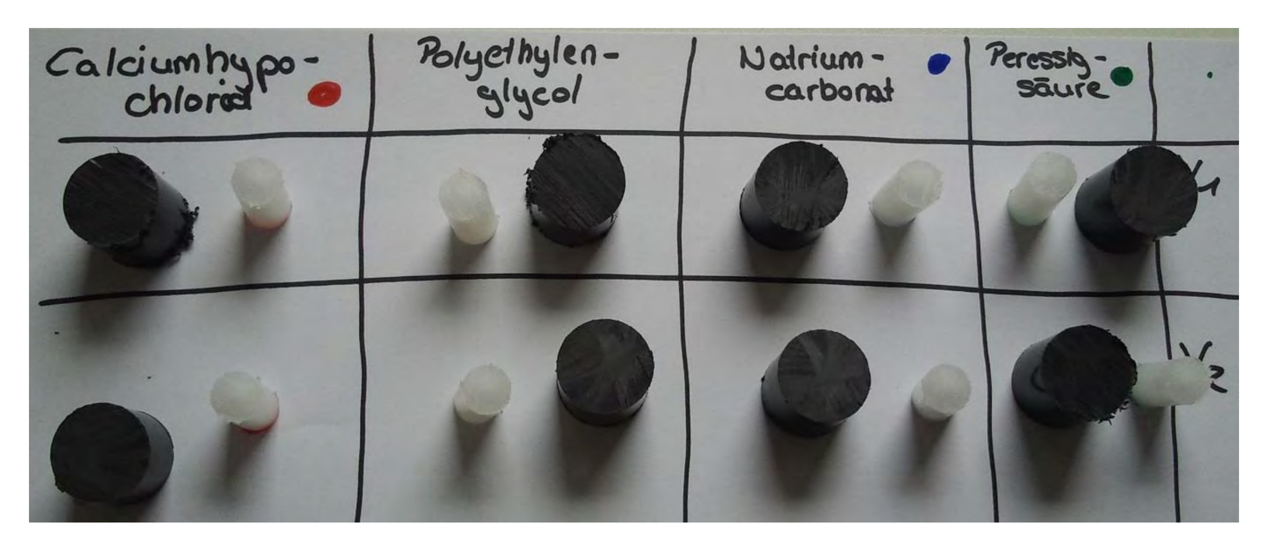


Abbildung 19: Versuchsreihe 1 und 2 nach zwei Wochen

10.6. Wirksamkeitstest biologische Dekontamination

Nach dem im Vorfeld abgelaufenen positiven Versuch der Dekontaminationsmittelverträglichkeit der Kunststoffe soll nun im Versuch an den Messgeräten die Dekontamination beispielhaft an einem Gerät getestet werden. Beispielhaft für den Bereich der biologischen Probenahme soll das Ramanspektrometer beprobt werden. Dabei soll gleichzeitig auch überprüft werden, ob die Kunststoffe Peressigsäureresistent sind.

10.6.1. biologische Probenahme

Das Ramanspektrometer ist im Fall eines Verdachts auf Kontamination mit biologischen Agenzien neben dem HazMad ID das Gerät, welches zur Probenanalyse benutzt werden wird. Deswegen wird beispielhaft das Ramanspektrometer zur Überprüfung der Desinfektion im B-Fall herangezogen.

Das Ramanspektrometer wird hierzu nicht zusätzlich kontaminiert, sondern der Ist-Zustand des Geräts als Vergleichsprobe herangezogen. Hierzu wird eine Vergleichsprobe am Ramanspektrometer genommen. Anschließend wird das Gerät mit 2%-iger Peressigsäure dekontaminiert, gereinigt und erneut beprobt. Die B-Probe des Geräts erfolgt als Wischprobe mittels Tupfer nach der Probenahmeanleitung CBRN des Bundeamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe. Hierbei werden sterile Hygienestäbchen mit Kochsalzlösung getränkt und anschließend die zu beprobende Fläche von 10*10 cm abgestrichen.

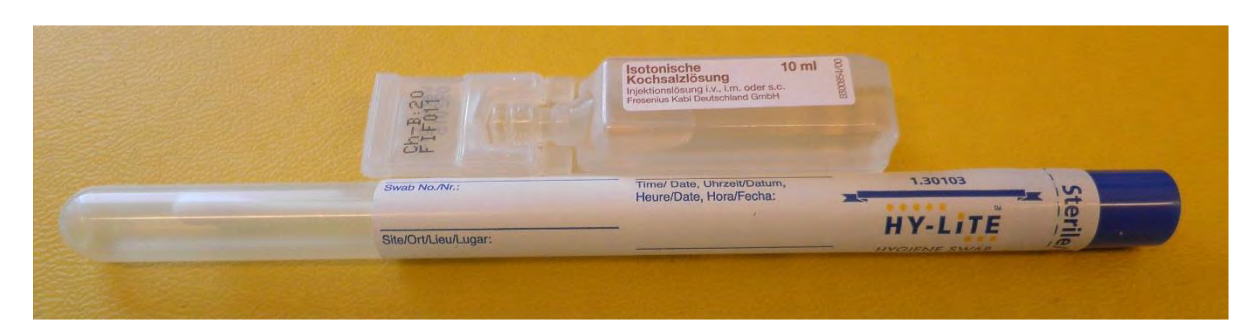


Abbildung 20: Hygienestäbchen und Kochsalzlösung

Desweiteren werden der ABS- und der PE-Rundstab mit Sporen des Geobacillus stearothermophilus kontaminiert und nach einer Trocknungszeit von zwei Tagen dekontaminiert. Die erfolgreiche Dekontamination des Stabes wird durch einen Abstrich vor und nach der Dekontamination überprüft.

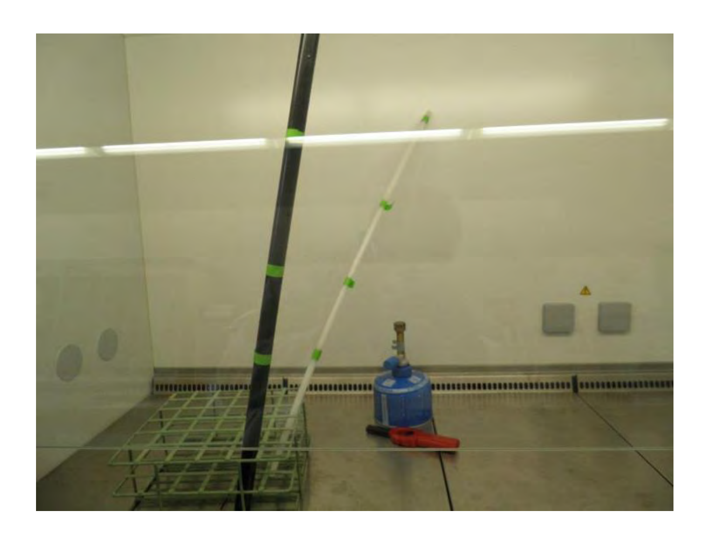


Abbildung 21: Kontaminierter PE-Stab (schwarz) und kontaminierter ABS-Stab

Geobacillus stearothermophilus ist ein sporenbildendes, grampositives, für Menschen und Tiere nicht pathogenes, stäbchenförmiges Bakterium mit einem Temperaturoptimum von 55 °C, welches natürlicherweise in Gewässern, Böden oder Kompost vorkommt.

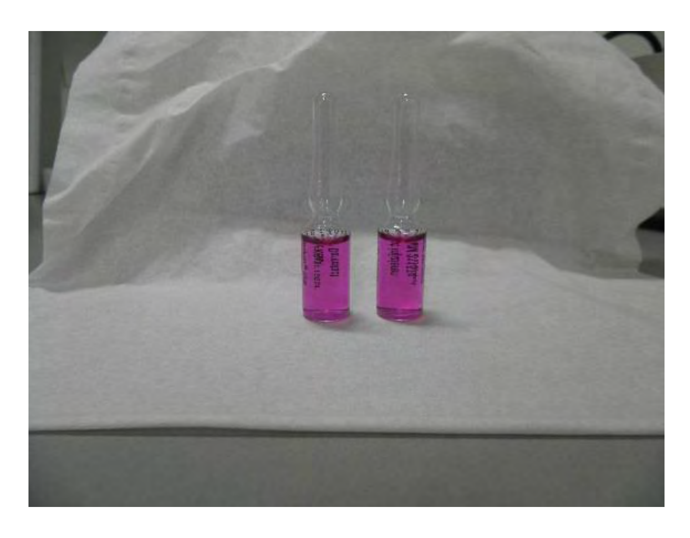


Abbildung 22: *Geobacillus stearothermophilus* in Nährlösung

10.6.1.1. Durchführung der Dekontamination

Als Erstes muss das Raman-Spektrometer aus der Schutzhülle entnommen werden. Die Hülle und das Gerät sind im Einsatzfall getrennt voneinander zu dekontaminieren.



Abbildung 23: Ramanspektrometer und Schutzhülle

Anschließend wird die Dekontaminationslösung aus 196 ml destilliertem Wasser und 4 ml Peressigsäure angemischt und steht somit zur Dekontamination des Geräts zur Verfügung. Im Einsatzfall werden auf Grund der einfacheren Herstellung der Lösung 200 ml Wasser benutzt. Ein Papiertuch wird mit der Peressigsäure getränkt und dann das Gerät sorgfältig dekontaminiert. Während des gesamten Vorgangs sind Schutzbrille und Einmalschutzhandschuhe zu tragen.

Es muss darauf geachtet werden, dass besonders die Laserklappe, die Tastenzwischenräume, der Anschluss für Datenübertragung und die Ecken des Displays gesäubert werden, da sich hier Keime ansammeln können und die Stellen bei der Dekontamination schwer zugänglich sind. Nach der Dekontamination erfolgt eine Trocknungszeit von 5 Minuten. Anschließend wird das Gerät mit (destilliertem) Wasser nachgespült und der pH-Wert geprüft um eventuelle Rückstände der Peressigsäure zu vermeiden.



Abbildung 24: fertig dekontaminiertes Raman-Spektrometer



Abbildung 25: pH-Wert Überprüfung

10.6.1.2. Probenahme

Die Probenahme am Ramanspektrometer erfolgte vor der Dekontamination auf der Fläche des Bedienfelds, nach der Dekontamination zwischen der X-Taste und der Pfeiltaste links (0,5x1,5 cm), auf dem Display (7,5x5,5 cm), auf der Rückseite (7,5x10 cm) und im zweiten Versuch auf der Fläche unter der Laserklappe (5x2 cm).





Abbildung 26: Probenamestellen am Ramanspektrometer

Nach der Probenahme werden die Teststäbchen in einen Transportbeutel verpackt und dieser mit den wichtigsten Daten des Probenahmeorts, dem Name des Probenehmers, Datum und Uhrzeit beschriftet und im Ernstfall an ein Labor weiter gegeben.



Abbildung 27: Probenahmebeutel des BBK

Die Probenahme an den Kunststoffstäben erfolgt in zwei im Vorfeld markierten Sektoren auf die Sporenlösung des Geobacillus aufgesprüht wurde.



Abbildung 28: Fläche für den Dekontaminationsnachweis: 20 cm

10.6.1.3. Probenaufbereitung

Nach der Probenahme erfolgen die Probenaufbereitung im Labor und das anschließende Ausplattieren auf Agar-Platten. Hierzu wurde Nähragar aus 250 ml destilliertem Wasser, 0,75g Fleischextrakt und 1,25 g Pepton hergestellt, autoklaviert und anschließend in Petrischalen gegossen. Die beprobten Tupfer wurden mit 5 ml Nutrient Medium aufgegossen, um die abgestrichenen Zellen zu resuspendieren. Das Probenmedium wurde mittels Pipette in unten angegebener Konzentration auf die Platten ausgebracht und anschließend mittels Spatel auf der kompletten Plattenoberfläche verteilt.

Die Platten wurden wie folgt angeimpft:

1. Verdünnung: 1 ml des Ursprungsmediums
2. Verdünnung: 0,1 ml des Ursprungmediums
3. Verdünnung: 1 ml einer 1:10 Verdünnung des Ursprungmediums
4. Verdünnung: 0,1 ml einer 1:10 Verdünnung des Ursprungmediums

Es wird davon ausgegangen, dass nach der Dekontamination die Anzahl der Sporen soweit gesenkt wird, dass die 1. und 2. Verdünnungsstufe ausreichend ist und somit für die Proben nach der Dekontamination nur diese angefertigt werden. Pro Verdünnungsstufe wurden drei Replikate angefertigt. Das Anfertigen der Proben erfolgt unter sterilen Bedingungen unter einer Clean-Bench, um Verunreinigungen zu verhindern. Zwischen den einzelnen Verdünnungsstufen wurde der Spatel zum Ausplattieren mit Ethanol gereinigt und anschließend abgeflammt, um eine Verschleppung der Bakterien zu verhindern.

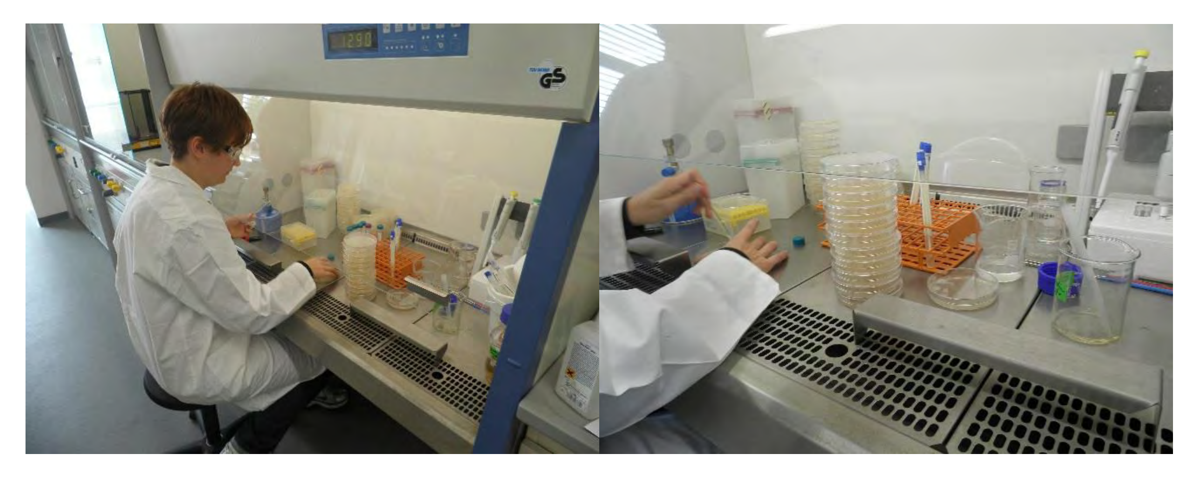


Abbildung 29: Arbeiten unter der Clean-Bench / Ausplattieren der Proben

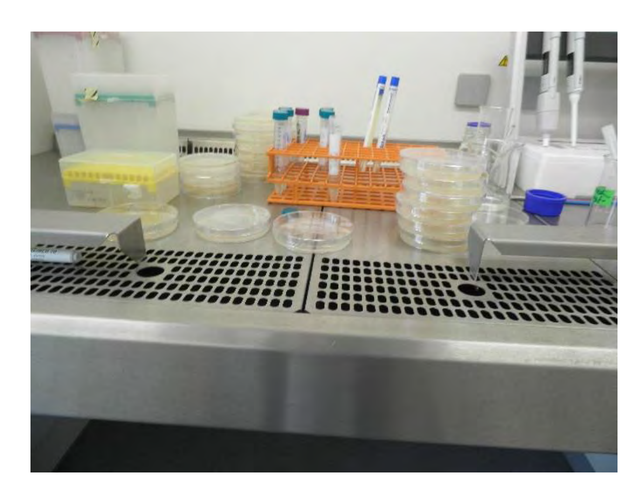


Abbildung 30: Proben auf der Clean-Bench

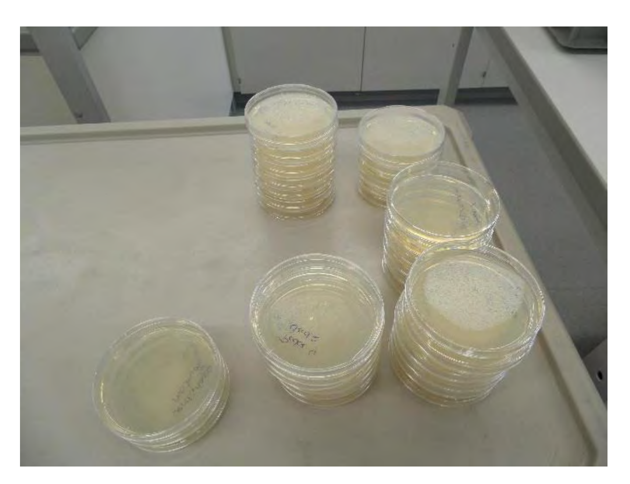


Abbildung 31: fertige Proben

Die Proben werden nun im Brutschrank kultiviert. Die Proben vom Ramanspektrometer bei Raumtemperatur für 4 Tage, die Proben der Rundstäbe für 24 Stunden bei 55°C.

10.6.1.4 Auswertung der Proben

Die Auswertung der Proben erfolgt nach einer 4-tägigen Inkubationszeit bei 25° C für die am Ramanspektrometer genommenen Proben und 24-stündigen Inkubationszeit bei 55° C für den *Geobacillus Stearothermophilus*.

Bei der Auswertung werden alle Bakterien der Platten einer Verdünnungsstufe addiert und auf Grund der Verdünnungsstufe dann in auf die Ursprungskonzentration zurück gerechnet.

Die Ergebnisse der Auswertung sind wie folgt:

Kontaminierter PE-Rundstab:

Anzahl der Bakterien pro Agar-Platte in Stück	Platte 1	Platte 2	Platte 3
1. Verdünnung	61 + 3 nicht zählbare bewachsene Flächen	163	113
2. Verdünnung	12	10	22
3. Verdünnung	0	0	0
4. Verdünnung	0	0	0

Somit ergibt sich folgende Konzentration der Bakterien am Stab:

Fläche des Stabes: $2*\pi*r*l = 2*\pi*1cm*10cm = 62{,}82\ cm^2$

1 ml der Ursprungslösung ergibt:

- ➔ 112,3 Bakterien im Durchschnitt dies entspricht 112,2 Bakterien pro ml
- ➔ Somit ergibt sich eine Konzentration von 561,5 Bakterien pro 5 ml und dies entspricht der Konzentration der am Tupfer befindlichen Bakterien
- ➔ Geteilt durch die Fläche ergibt sich eine Konzentration von **8,9 Bakterien pro cm²**

Verdünnung 1:10 :

- ➔ 14,66 Bakterien im Mittel pro 0,1 ml und somit 146,6 Bakterien pro ml in der Probe
- ➔ Somit ergibt sich eine Konzentration von 733 Bakterien pro 5 ml und dies entspricht der Konzentration der am Tupfer befindlichen Bakterien
- ➔ Geteilt durch die Fläche ergibt sich eine Konzentration von **11,6 Bakterien pro cm²**

Im **Mittel** befinden sich also **10,25 Bakterien pro cm²** auf der Ursprungsprobe.

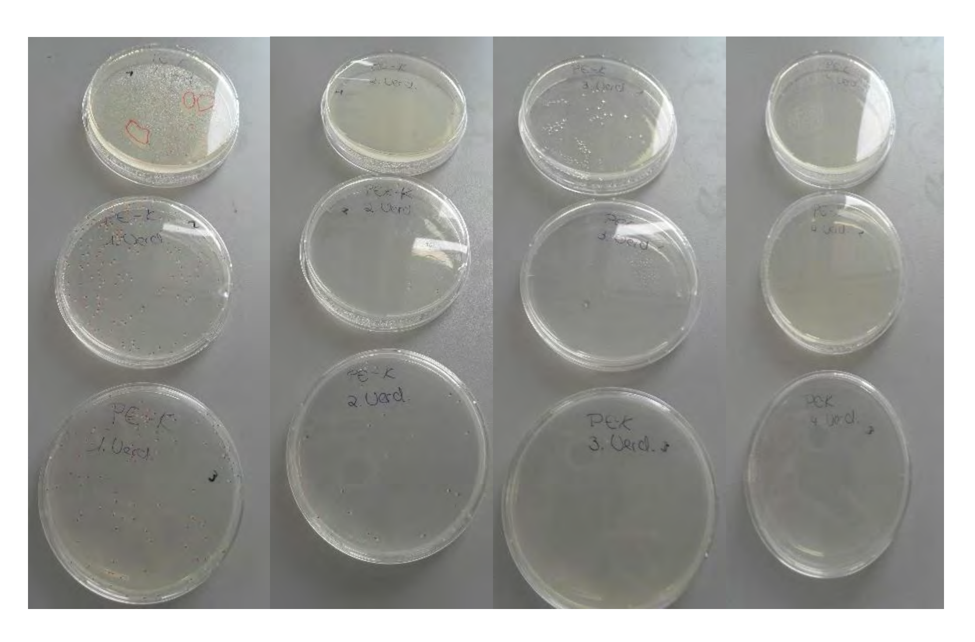


Abbildung 32: Agar-Platten kontaminierter PE-Stab Verdünnungsstufen 1-4

Dekontaminierter PE- Rundstab:

Anzahl der Bakterien pro Agarplatten in Stück	Platte 1	Platte 2	Platte 3
1. Verdünnung	0	0	0
2. Verdünnung	0	0	0



Abbildung 33: Agar-Platten dekontaminierter PE-Stab Verdünnung 1 und 2

Kontaminierter ABS-Rundstab:

Anzahl der Bakterien pro Agarbplatte in Stück	Platte 1	Platte 2	Platte 3
1. Verdünnung	117 + 2 nichtzählbare Schlieren	98	191 + 3 nichtzählbare Felder
2. Verdünnung	19	11	13
3. Verdünnung	1	0	0
4. Verdünnung	0	0	0

Somit ergibt sich folgende Konzentration der Bakterien am Stab:

Fläche des Stabes: $2*\pi*r*l = 2*\pi*0{,}5cm*10cm = 31{,}41\ cm^2$

1 ml des Ursprungmediums enthält:

- ➔ Im Schnitt 135,33 Bakterien
- ➔ Somit ergibt sich eine Konzentration von 676,6 Bakterien pro 5 ml und dies entspricht der Konzentration der am Tupfer befindlichen Bakterien
- ➔ Geteilt durch die Fläche ergibt sich eine Konzentration von **21,54 Bakterien pro cm²**

Verdünnung 1:10:

- ➔ Im Mittel 17,66 Bakterien dies entspricht 176,6 Bakterien pro ml
- ➔ Somit ergibt sich eine Konzentration von 883 Bakterien pro 5 ml und dies entspricht der Konzentration der am Tupfer befindlichen Bakterien
- ➔ Geteilt durch die Fläche ergibt sich eine Konzentration von **28,11 Bakterien pro cm²**

Im **Mittel** befinden sich also **24,82 Bakterien pro cm²** auf der kontaminierten Fläche.

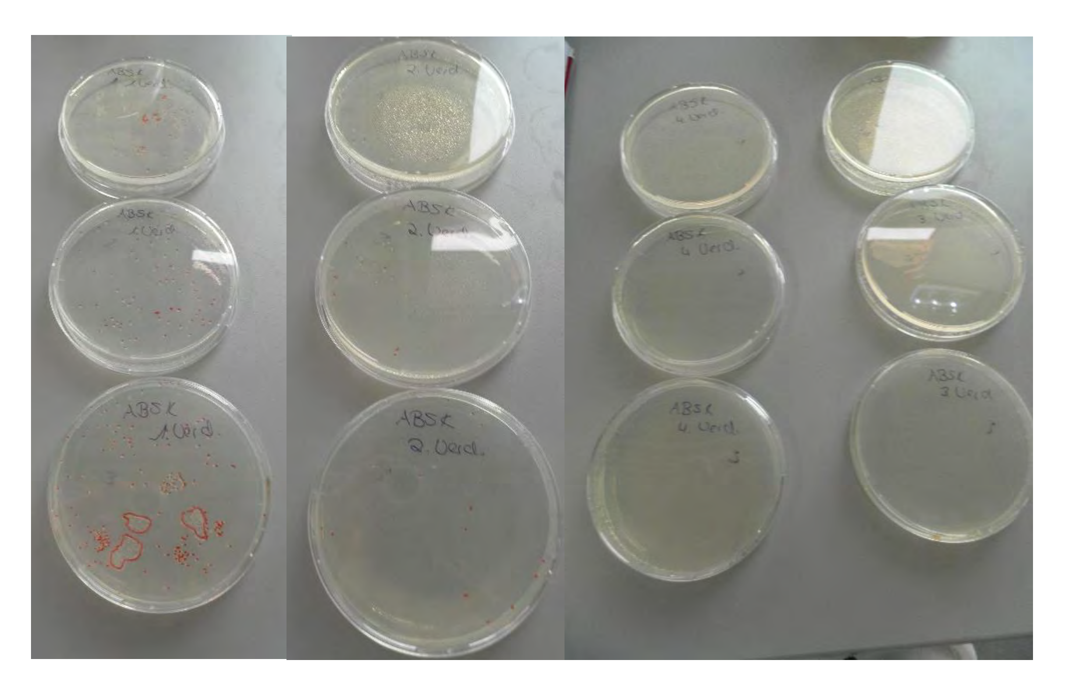


Abbildung 34: Agar-Platten kontaminierter ABS-Rundstab der Verdünnungen 1-4

Dekontaminierter ABS-Rundstab:

Anzahl der Bakterien pro Agarplatte in Stück	Platte 1	Platte 2	Platte 3
1. Verdünnung	3	0	0
2. Verdünnung	0	0	0

Somit ergibt sich folgende Konzentration der Bakterien am Stab:

Fläche des Stabes: $2*\pi*r*l = 2*\pi*0,5cm*20cm = 62,82\ cm^2$

1 ml des Ursprungmediums enthält:

- ➔ 3 Bakterien pro ml
- ➔ Somit ergibt sich eine Konzentration von 15 Bakterien pro 5 ml und dies entspricht der Konzentration der am Tupfer befindlichen Bakterien
- ➔ Geteilt durch die Fläche ergibt sich eine Konzentration von **0,23 Bakterien pro cm²**

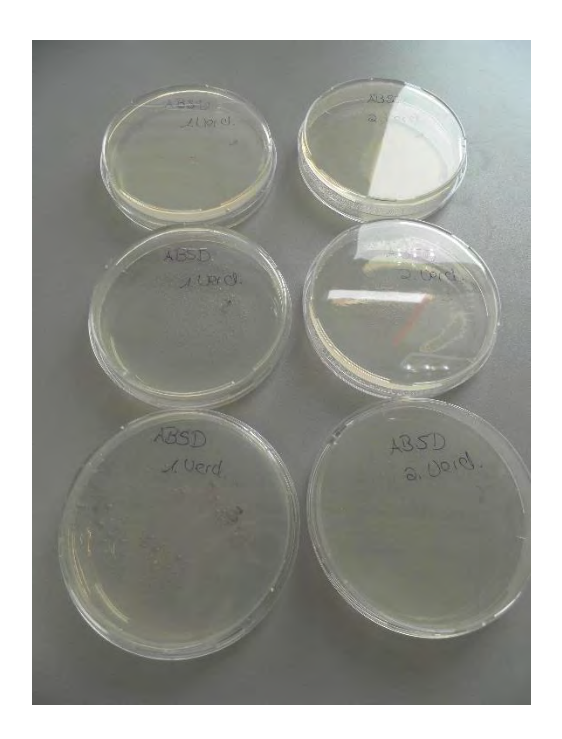


Abbildung 35: Agar-Platten dekontaminierter ABS-Rundstab 1. und 2. Verdünnung

Kontrolle Verdünnungsmedium:

Anzahl der Bakterien pro Agarplatte in Stück	Platte 1	Platte 2	Platte 3
Medium	0	0	0

Somit kann eine Verfälschung des Ergebnisses durch Fremdkeime ausgeschlossen werden.



Abbildung 36: Agar-Platten Medium zur Kontrolle

10.6.1.5. Auswertung der Proben des Ramanspektrometers

Die Beprobung des Ramanspektrometers erfolgte zwei Mal nach der unter 10.6.1.1. erläuterten Vorgehensweise. Da das Ergebnis im ersten Versuch nicht zielführend war, wurde der Versuch wiederholt.

Erste Versuchsdurchführung:

Kontaminationsprobe:

Anzahl der Bakterien pro Agar-Platte	Platte 1	Platte 2	Platte 3
Verdünnung 1	0	Pilz	Pilz
Verdünnung 2	0	0	0
Verdünnung 3	0	Pilz	0
Verdünnung 4	0	0	0

Die Pilze können tatsächlich am Gerät angehaftet haben oder während dem Ausplattieren auf den Nährboden gefallen sein.

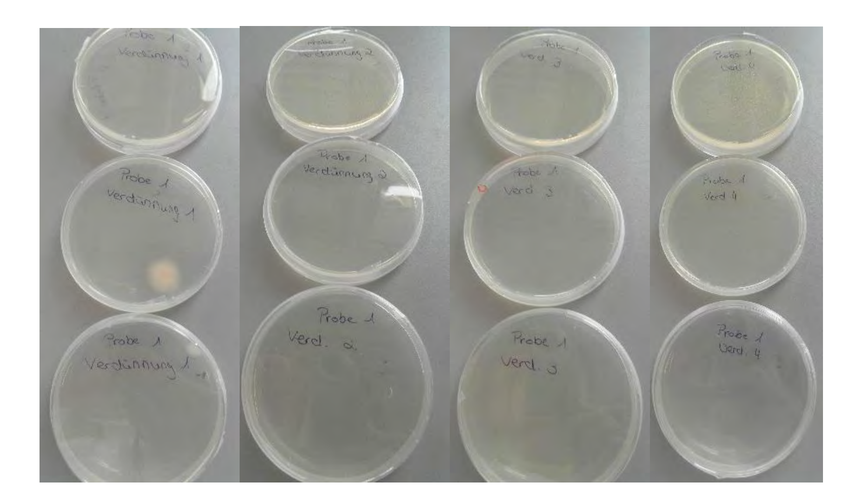


Abbildung 37: Kontaminierte Probe in den Verdünnungsstufen 1-4 des Ramanspektrometers

Nach Dekontamination:

Tastenzwischenraum:

Anzahl der Bakterien pro Agar-Platte	Platte 1	Platte 2	Platte 3
Verdünnung 1	0	0	Pilz
Verdünnung 2	0	0	0

Der Pilz auf der 3. Platte der ersten Verdünnungsstufe wird beim Ausplattieren der Platten auf die Platte gefallen sein.

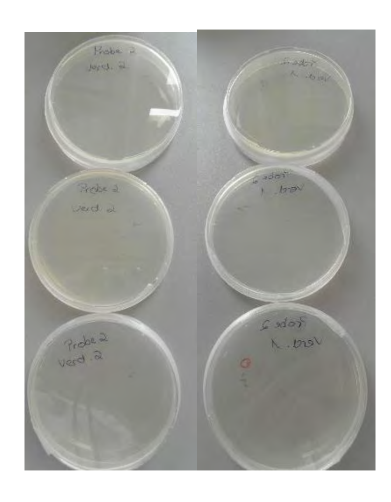


Abbildung 38: Agar-Platten des Tastenzwischenraums nach der Dekontamination in 1. und 2. Verdünnungsstufe

Rückseite:

Anzahl der Bakterien pro Agar-Platte	Platte 1	Platte 2	Platte 3
Verdünnung 1	0	Pilz	0
Verdünnung 2	0	0	0

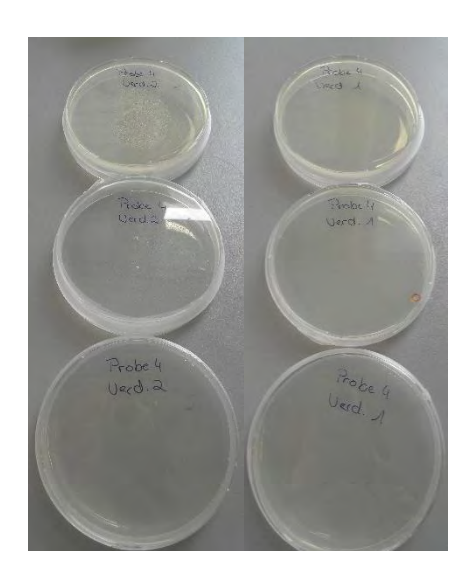


Abbildung 39: Proben der Rückseite nach der Dekontamination

Display:

Anzahl der Bakterien pro Aga-Platte	Platte 1	Platte 2	Platte 3
Verdünnung 1	246 + ½ Platte nicht auszählbar	3	0
Verdünnung 2	1296 + 4 nicht auszählbare Felder	26	1

Somit ergibt sich folgende Konzentration der Bakterien am Display:

1 ml des Ursprungmediums enthält:

- ➔ Im Mittel 124,5 Bakterien pro ml
- ➔ Somit ergibt sich eine Konzentration von 622,5 Bakterien pro 5 ml und dies entspricht der Konzentration der am Tupfer befindlichen Bakterien
- ➔ Geteilt durch die Fläche ergibt sich eine Konzentration von **15,09 Bakterien pro cm²**

Verdünnung 1:10

- ➔ Im Mittel sind 441 Bakterien pro 0,1 ml, somit 4410 Bakterien pro ml
- ➔ Somit ergibt sich eine Konzentration von 22050 Bakterien pro 5 ml und dies entspricht der Konzentration der am Tupfer befindlichen Bakterien
- ➔ Geteilt durch die Fläche ergibt sich eine Konzentration von **534,54 Bakterien pro cm²**

Die große Differenz zwischen den einzelnen Verdünnungen lässt sich durch die nicht auszählbare Hälfte der 1. Platte der ersten Verdünnungstufe erklären.

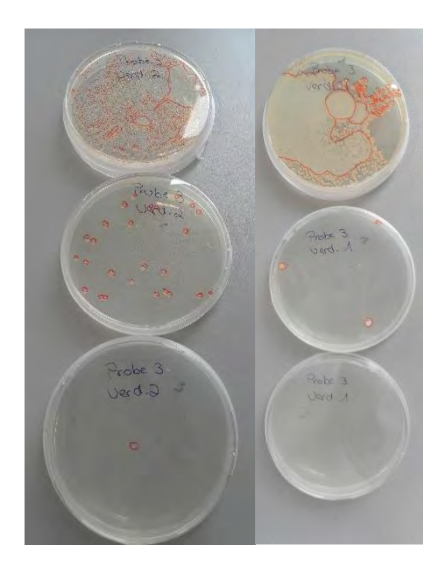


Abbildung 40: Plattten der Probe des Displays nach der Dekontamination

Zweite Versuchsdurchführung:

Kontaminierte Probe:

Anzahl der Bakterien pro Agar-Platte	Platte 1	Platte 2	Platte 3
Verdünnung 1	0	0	0
Verdünnung 2	0	0	0
Verdünnung 3	0	0	0
Verdünnung 4	0	0	0

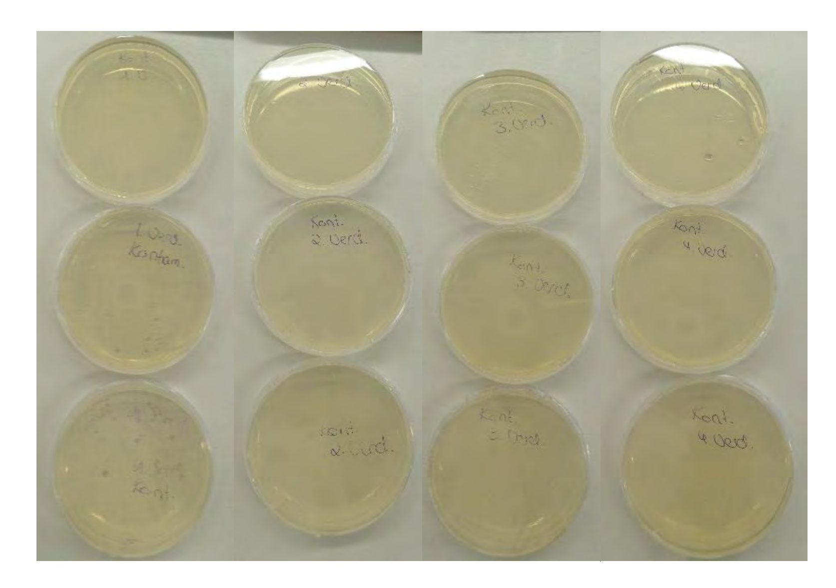


Abbildung 41: Proben des kontaminierten Raman-spektrometers

Display:

Anzahl der Bakterien pro Agar-Platte	Platte 1	Platte 2	Platte 3
Verdünnung 1	0	0	0
Verdünnung 2	0	0	0

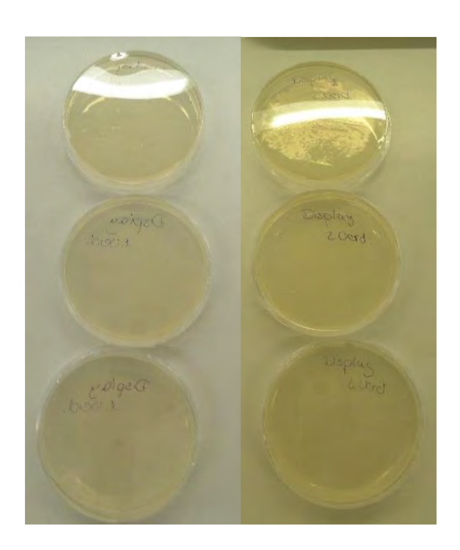


Abbildung 42: Platten der Probe des Displays

Tastenzwischenraum:

Anzahl der Bakterien pro Agar-Platte	Platte 1	Platte 2	Platte 3
Verdünnung 1	0	0	0
Verdünnung 2	0	0	0

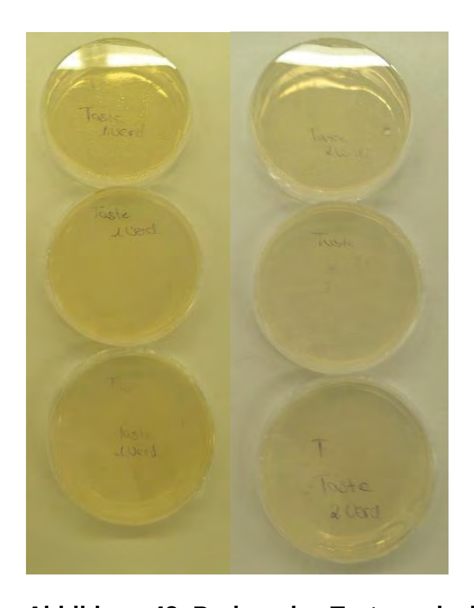


Abbildung 43: Proben des Tastenzwischenraums 1. und 2. Verdünnung

Laserklappe:

Anzahl der Bakterien pro Agar-Platte	Platte 1	Platte 2	Platte 3
Verdünnung 1	0	0	0
Verdünnung 2	Pilz	0	0

Der Pilz auf der Platte der 2. Verdünnung ist vermutlich beim Ausplattieren auf die Platte gefallen.

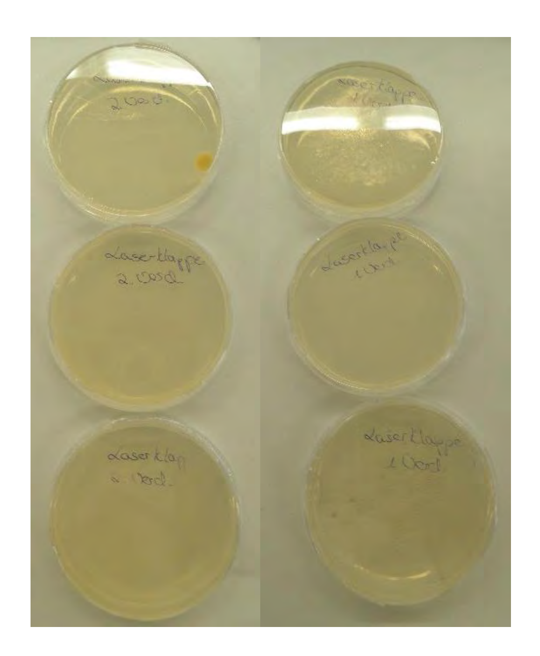


Abbildung 44: Proben der Laserklappe in der 1. und 2. Verdünnung

10.6.1.6. Ergebnisdiskussion

Da die Kontaminationsprobe im ersten Versuch keinen Bakterienbefall zeigt und auch die Proben der Rückseite und des Tastenzwischenraums des Ramanspektrometers keinen Bakterienbefall aufweisen, ist der Befall der Probe des Displays nach der Dekontamiation im ersten Versuchsdurchlauf nicht zu erklären.

Es kann sein, das im Laufe der Versuchsdurchführung durch falsche Beschriftung oder das Verwechseln der Proben beim Ausplattieren die Reihenfolge der Proben vertauscht und dies nicht bemerkt wurde. Auffallend ist auch, dass jeweils nur eine der Platten in der jeweiligen Verdünnungsstufe eine starke Verkeimung zeigen, die beiden anderen Platten eine geringe (unter 30 Bakterien) oder sogar eine Keimfreiheit aufweisen. Sollten sich Bakterien in der Probe befunden haben, so hätten alle drei Platten eine ungefähr gleich starke Verkeimung aufzeigen müssen. Dies zeigt auch der Versuch mit den kontaminierten ABS- und PE-Rundstäben. Die Vergleichsproben des Nährmediums (Abb. 36) zeigen auch keine Verkeimung auf, so dass eine Verunreinigung des Mediums bereits vor Probenauftrag unwahrscheinlich ist. Es kann auch sein, dass die Verunreinigung während dem Ausplattieren durch unsauberes/ unsteriles Arbeiten auf die Platten gelangt ist und so die Platten verunreinigt wurden oder aber durch Verunreinigungen im Inkubator die Platten kontaminiert wurden.

Da die erste Versuchsdurchführung nicht zielführend war, wurde der Versuch wiederholt. Die zweite Versuchsdurchführung hat gezeigt, dass die erste Versuchsdurchführung Fehlerbehaftet sein muss und somit nicht gewertet werden kann. Das Ergebnis der zweiten Versuchsdurchführung zeigt, dass sowohl vor, als auch nach der Dekontamination am Gerät keine Bakterien angehaftet sind. Dass das Gerät bereits vor der Dekontamination keimfrei war, kann durch die relativ kurze Zeit (2 Wochen) zwischen erster und zweiter Versuchsdurchführung liegen, da die Peressigsäure noch einige Zeit nachwirken kann und somit eine Neuverkeimung des Geräts einige Zeit dauert. Auf Grund der Versuchsmethode konnten Viren nicht nachgewiesen werden, es ist lediglich der Beweis erbracht worden, dass keine Bakterien mehr am Gerät anhaften.

Aus der Versuchsreihe mit dem *Geobacillus stearothermophilus* an den beiden Rundstäben geht die Wirksamkeit der Dekontamination deutlich hervor. Im kontaminierten Zustand ist ein deutlicher Befall mit Bakterien zu erkennen, nach der Dekontamination ist Keimfreiheit nachgewiesen. Der Unterschied zwischen den Bakterienanzahlen der beiden Stäbe kann durch die unterschiedliche Stärke der Stäbe, deren Oberflächenbeschaffenheit und einer unterschiedlichen Anzahl an Sprühstößen beim Auftragen des Bazillus herrühren. Die Dekontamination von Rundstäben ist leichter, als die von Messgeräten mit Ecken und Kanten. Bei den Messgeräten besteht aber, wie unter Punkt 8 beschrieben, die Möglichkeit sie in Tauchbädern zu reinigen, so dass eine Ansammlung von Keimen in Ecken und Kanten vermieden werden kann. Auf Grund der guten Wirksamkeit der Peressigsäure als Dekontaminationsmittel wird sie Bestandteil des unter 11. erläuterten Dekontaminationskoffers.

11. Dekontaminationskoffer

Der Dekontaminationskoffer soll auf dem U-Dienstfahrzeug Platz finden. Auf Grund der beengten Platzverhältnisse soll er so klein wie möglich gehalten werden. Inhalt des Koffers sollen maximal sechs verschiedene Reagenzien sein. Auf Grund der vorhergegangenen Messreihe sollen diese folgenden Substanzen sein:

- Tensid
- Polyethylenglycol
- Calciumhypochlorid
- Natriumcarbonat
- Peressigsäure
- Destilliertes Wasser

Der Inhalt soll so bemessen sein, dass es für die Dekontamination ausreichend ist. Da hier keine Dekontamination für Personal oder weitere Geräte vorgesehen wird, ist eine Menge von 250 ml maximal pro Stoff ausreichend.

Das destillierte Wasser dient zur Herstellung der Gebrauchslösung von Natriumhypochlorid und Natriumcarbonat. Im Behältnis selbst, soll bereits die passende Menge an Pulver eingefüllt werden, so dass im Einsatzfall lediglich das Wasser hinzugegeben werden muss, um die gebrauchsfertige Lösung zu erhalten. Bei beiden Stoffen soll eine 10-%ige Lösung zum Einsatz kommen, so dass 10 g des jeweiligen Stoffes für 100 ml Wasser benötigt werden.

Zum Auftragen des Dekontaminationsmittels muss dem Koffer zudem das geeignete Applikationsmittel zugefügt werden (Tücher o.ä.). Im Fall der Feuerwehr Hamburg wird dies dasselbe Reinigungstuch sein, welches auch für die Desinfektion für Rettungswagen an den Feuerwachen eingesetzt wird. Für die Einhaltung der Arbeitsschutzrichtlinien und der Beachtung des Eigenschutzes sind zu dem für den Koffer eine Schutzbrille und Einwegschutzhandschuhe vorgesehen. Des Weiteren wird zur Prävention vor Augenverletzungen durch die Mittel im Koffer eine Flasche Previn-Augenspülung dem Koffer zugefügt. Es ist auch zu überlegen, dem Koffer eine 200 ml fassende Sprühflasche beizufügen, welche im Einsatzfall dann genutzt werden kann, um schwer zugängliche Stellen, wie beispielsweise die Messapparatur des HazMad ID vollständig mit Reinigungsmittel benetzen zu können. Diese ist dann für den Einmalgebrauch vorgesehen, da die Flaschen auf Grund ihrer chemischen Beständigkeit nicht als Mehrwegprodukt benutzt werden können.



Abbildung 45: Dekontaminationskoffer von außen



Abbildung 47: Dekontaminationskoffer, geöffnet



Abbildung 46: Dekontaminationskoffer innen



Abbildung 48: Innenansicht des Koffers ohne Füllmaterial. Peressigsäuregefäß ist vorhanden, aber nicht befüllt

12.Schlussfolgerung

Die Dekontamination von Messgeräten im ABC-Einsatz gestaltet sich als durchaus schwierig. Es gilt auf alle Fälle abzuwägen, ob das Gerät so kontaminiert ist, dass es sich lohnt, eine Dekontamination durchzuführen, oder ob es sinnvoller ist, dass das gesamte Gerät undekontaminiert zu entsorgen. Auch muss bekannt sein, um welchen Stoff es sich handelt, da sonst keine gezielte Dekontamination des Messgeräts erfolgen kann.

Auf alle Fälle ist vor der Dekontamination des Geräts darauf zu achten, dass alle Eintrittsöffnungen mit den dafür vorgesehenen Verschlüssen verschlossen werden.

Anschließend wird die Dekontaminationslösung angesetzt und mittels Applikationsmittel auf das Messgerät aufgetragen. Zur Dekontamination vorgesehen sind für folgende Stoffe folgende Mittel:

Tabelle 10: Übersicht der einzuführenden Dekontaminationsmittel

Fall	Dekontaminationsmitte	Wirkung bei folgenden Stoffen
Atomare Kontamination	Tensid	α - und β- Strahlung
Biologische Kontamination	Peressigsäure 2%-ig	Bakterien, Viren, Sporen
Chemische Kontamination	Tensid	Benzine Fette
	Natriumcarbonatlösung 10%-ig	Säuren
	Wasser	Laugen
	Polyethylenglycol	Benzole
	Calciumhypochlorid 10%-ig	Kampfstoffe

Alle nicht aufgeführten Stoffe sind primär mit viel Wasser zu dekontaminieren. Die in der Tabelle aufgeführten Stoffe werden in einem Koffer zusammengestellt, um somit mobil auf dem Umweltdienstfahrzeug der Feuerwehr Hamburg verlastet werden zu können. Des Weiteren soll ein zweiter Koffer auf dem AB-Analytik verlastet werden. Sinnvoll ist es, die Kiste im Einsatzfall schon am Übergang des Schwarz-Weiß-Bereich bzw. auf der roten Seite des Dekontaminationsplatzes bereit zu stellen. Eventuell macht es auch Sinn, die Kiste auf dem AB-Dekon zu verlasten. Eine Gebindegröße von jeweils 200 ml ist ausreichend um eine Dekontamination durchzuführen. Im Einzelfall, wenn mehr Mittel benötigt wird, kann dieses noch an die Einsatzstelle nachgeführt werden. Im Fall des HazMad ID ist es ratsam, die Dekontaminationsversuche des Herstellers anzunehmen und ggf. eine Tauchlösung für das Gerät herzustellen, da hier der Gefahrstoff direkt auf dem Gerät aufgetragen wird.

Das Dekontaminationsmittel sollte dann auch eine Einwirkzeit von 5-10 Minuten erhalten, so dass eine Wirksamkeit gewährleistet wird. Vor dem Anfassen ohne Schutzausrüstung muss das Gerät mit Wasser abgespült und getrocknet werden. Dann kann dieses ohne weitere Bedenken angefasst werden.

Somit ist das Ziel dieser Arbeit erfüllt und endet damit, eine Verfahrensanweisung zur Herstellung einer Dekontaminationslösung für Messgeräte zu erstellen und die Arbeit an die Feuerwehr Hamburg zu übergeben.

13. Ausbildung der Mitarbeiter

Neben der Erstellung des Koffers ist es genau so wichtig, die Mitarbeiter darauf zu schulen, die Dekontamination der Geräte richtig durchzuführen. Dazu gehört neben dem richtigen Umgang mit den Dekontaminationsmitteln, dem richtigen Ansetzten der Lösung und dem Wissen, welcher Stoff vorliegt auch die Präzision und Gewissenhaftigkeit des Aufbringens des Dekontaminationsmittels.
Hierzu ist es wichtig, dass eine Schulung aller Mitarbeiter in diesem Bereich erfolgt. Auch muss es eine Verfahrensanweisung geben, die im Einsatzfall als Checkliste abgearbeitet werden kann. Da die Mitarbeiter der Technik- und Umweltwache in den einzelnen Funktionen auf der Wache rotieren, ist es schwierig Wissen konstant auf einem Niveau zu halten, so dass auch eine regelmäßige Wiederholung des Themenblocks Dekontamination notwendig ist. Durch diese Wiederholungen ist auch sichergestellt, dass das erlangte Wissen sich festigt und somit auch in Extremsituationen, die Einsätze bei der Feuerwehr darstellen können, auf das Wissen zurück gegriffen werden kann und somit auch der Erfolg garantiert wird. Multimediales Lernen kann dabei durch praktische Übungen unterstützt werden und somit der Schwierigkeitsgrad Stück für Stück erhöht werden, um den Lernerfolg zu erzielen.

Inhalt der Lehrunterlage sollen folgende Punkte sein:

- Kurzer Hintergrund
- Der Koffer an sich
- Dekontamination von Geräten
- Ansetzten von Dekontaminationslösungen
- Hinweise

Der Unterricht wird dann an allen drei Wachabteilungen gehalten, die Präsentation in der Wachablage zur Verfügung gestellt und eine Kurzanleitung dem Koffer beigefügt, so dass im Einsatzfall jeder Mitarbeiter die Möglichkeit hat, noch einmal nachzulesen und Fehler auszuschließen.

Der Unterricht soll sich in Theorie und Praxis gliedern, so dass den Mitarbeitern die Handhabung des Koffers und der Dekontaminationsmittel auch bewusst ist. Angefangen wird dabei mit der theoretischen Vorstellung des Koffers und seiner Inhalte, sowie dem gemeinsamen Ansetzen von Dekontaminationslösungen. Im zweiten Schritt wird die Dekontamination eines Messgeräts mit Hilfe einer Testsubstanz (Fluoreszenz) unter normalen Bedingungen durchgeführt und der Erfolg mittels Schwarzlichtlampe überprüft. Im dritten und letzten Ausbildungsschritt soll dann im Rahmen einer Einsatzübung der Koffer zum Einsatz gebracht werden und unter realistischen Bedingungen im Schutzanzug die Dekontamination eines Messgerätes durchgeführt werden.

Der theoretische Unterricht ist im Anhang angefügt.

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
ABC-Gefahren -	atomare, biologische und chemische Gefahrenlagen
CBRN -	chemisch, biologisch, radiologisch, nuklear
U-Dienst -	Umweltdienst der Feuerwehr Hamburg
Dekon -	Dekontamination
Dekon-G -	Dekontamination von Geräten
ATF-	Analytische Task Force des Bundesministeriums für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
PEG	Polyethylenglykol
PES -	Peressigsäure
GDA -	Gefahrstoff-Detektor-Array
IMS -	Ionisationsmassenspektrometer
PID -	Photonenionisationsdetektor
AFFF -	Aqueous Film Forming Foam (Schaummittel der Feuerwehren)
Ex-Bereich -	Explosionsbereich (Bereich mit Stoffgemischkonzentrationen, die bei Zufügen einer Zündquelle explodieren würden)
Ggf. -	Gegebenenfalls
FwDv500-	Feuerwehrdienstvorschrift 500 – Einheiten im ABC-Einsatz
Vfdb-	Vereinigung zur Förderung des deutschen Brandschutzes e.V.
CMS -	Chip-Mess-System
IP54 -	Staub geschützt und Schutz gegen Spritzwasser
HazMatID -	Hazaradous Material Identificator
GC/MS-	Gaschromatograph/ Massenspektrometer
µSv/h -	Mikrosievert pro Stunde, Maßeinheit für Radioaktivität eines Stoffes
mSv/h-	Millisievert pro Stunde, Maßeinheit für Radioaktivität eines Stoffes
CN -	Chloracetophenon
CS -	2-Chlorbenzyliden-malonsäuredinitril
VX -	*O*-Ethyl-*S*-[2-diisopropylaminoethyl]-Methylphosphonothiolat
GFK -	Glasfaserverstärkte Kunststoffe

ABS -	Acrylnitril-Butadien-Styrol-Polymerate
PVC -	Polyvinylchlorid
PE -	Polyethylen
AB-Dekon -	Abrollbehälter Dekontamination

Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Literaturverzeichnis

Airsense analytics, 2011. *Benutzerhandbuch GDA. Schwerin: Airsense analytics*

Analyticon Instruments, 2011. *Anwendertraining FirstDefender RM.* Rosbach v. d. Höhe: Analyticon

Bargel H.-J., Schulze G. et al 2000. *Werkstoffkunde 7.Auflage.* Heidelberg: Springer.

Bundeanstalt für Arbeitsschutz, 2010. *Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen, Gefahrstoffverordnung,* Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, 2001. *Entwicklung von Dekontaminationmitteln und -verfahren bei Austritt von Industriechemikalien.* Bonn: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, 2005. *Problemstudie Risiken für Deutschland, Teil 1 und 2, Band 6 (Auszug),* Bonn/Ahrweiler: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, 2005. *Aufbau und Ablauf der Dekontamination und Notfallversorgung Verletzer bei Zwischenfällen mit chemischen Gefahrstoffen.* Bonn: Bundesamt für Bevölkerungschutz und Katastrophenhilfe.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, 2011. *Glossar, Band 8,* Bonn: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, 2013. *Dekontamination.* [Online] In: http://www.bbk.bund.de/DE/AufgabenundAusstattung/CBRNSchutz/Dekon/dekon_node.html

Bundesamt für Zivilschutz, 1998. *Untersuchungsbericht CMS Analyzer Dräger.* Bonn: Bundesamt für Zivilschutz

Deutsche gesetzliche Unfallversicherung, 2013. *Gefahrstoffe.* [Online]
In: http://www.dguv.de/de/Pr%C3%A4vention/Themen-A-Z/Gefahrstoffe/index.jsp

Deutscher Feuerwehrverband, 2004. *FwDV 500 - Einheiten im ABC-Gefahreneinsatz,* Ausschuss Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung (AFKzV)

Dolle M., Fiebing S., Klein N., Richardt A. Nov. 2005. ABC-Schutz Dekontaminationsverfahren. *Strategie und Technik, Rüstung,* pp. 20-22. Bonn: Report Verlag

Drobig, M., 2013. *Dekontamination.* Ahrweiler: Akademie für Krisenmanangement, Notfallplanung und Zivilschutz.

Draeger Safety 2013. *CMS byedraegersafety.* [Online]
In: http://www.buydraegersafety.com/images/products/detail/DraegerCMS.1.jpg

Duden Online 2013. Begriffserklärung Kontamination*.* [Online]
In: http://www.duden.de/rechtschreibung/Kontamination

Futuretech, Kärcher Group, 23.05.2013 *Dekontaminationsmittel.Winnenden: Kärcher Group*

Futuretech, Kärcher Group, 16.06.2013 *Desinfektionsmittel RM 735. Winnenden: Kärcher Group*

Futuretech, Kärcher Group, 2013 *Universalreiniger Haut und Teile RM 21. Winnenden: Kärcher Group*

Futuretech, Kärchergroup, 2013 *Developement of a new family of CBRN decontaminants.Winnenden: Kärcher Group*

Gärtner H.,Hoffmann M., Schaschke H., Schürmann I. 2004. *Chemie verständlich.* München: Compact Verlag.

Landesfeuerwehrverband Saarland, 07/2009. *saarländisches Hilfeleistungskonzept für den ABC-Einsatz- Dekontamination im ABC-Einsatz,* Quierschied-Göttelborn: Landesfeuerwehrverband

Ministerium für Nationale Verteidigung der Deutschen Demokratischen Republik, 1984. *Handbuch für Entgifter.* Berlin: Militärverlag der Deutschen Demokratischen Republik.

MSA Auer, 2013 *Orion Plus Produktinformation, Berlin: MSA Auer*

OWR, 2006. *Kompedium chemischer Kampfstoffe.* Elztal-Rittersbach: OWR.

OWR 2013. *Produkte.* [Online]
In: http://www.owrgroup.net/

Raumprobe, 2013. *Raumprobe: Metalle.* [Online]
In: http://www.raumprobe.de/service/materialwissen/metallwissen/metall-definition/

Rebmann, R., 2013. *Gifte.* [Online]
In: http://www.gifte.de/B-%20und%20C-Waffen/chemische_waffen.htm

Rechenbach Dr. P., 2012. *Vorlesung Strahlenschutz Grundlagen.* HAW Hamburg: Rechenbach.

Rehau, 2013. *Materialdatenblatt Kunststoffe.* [Online]
In: http://www.rehau.com/linkableblob/NO_no/1014424/data/Materialmerkblatt_Acrylnitril-Butadien-Styrol_RAU-ABS_AV0270-data.pdf

Richardt A., Hülseweh B., Niemeyer B., Sabath F. 2013. *CBRN Protection.* Weinheim: Wiley-VCH Verlag

Robert-Koch-Institut, 2013. *RKI: Dekontaminationsempfehlung.* [Online]
in:
http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Biosicherheit/Dekontamination/Dekontamination_Empfehlung_RKI.pdf?__blob=publicationFile

Schermbek, 2013. *Kunststoffverarbeitung Schermbeck.* [Online]
In: http://www.kvs-schermbeck.de/downloads/liste.pdf

Schulz-Kirchrath Dr. med. S., 2006. *Kompedium chemische Kampfstoffe.* Elztal-Rittersbach: OWR.

Schulz-Kirchrath Dr. med. S., 2008. *biological warfare agents.* Elztal-Rittersbach: OWR AG.

Seidel W., 2007. *Werkstofftechnik 7. Auflage.* Wien: Karl Hanser Verlag.

Smith Detektion, 2011. *HazMadID Decontamination solution dunk test,* UK: Smith Detection.

Smith Detection 2013. *Smithdetection HazMadID.* [Online]
In: http://www.smithsdetection.com/images/HazMatID_Open.jpg

Uelpenich, G., 2013. *Dekontamination bei C-Einsätzen.* Ahrweiler: Akademie für Krisenmanagement, Notfallplanung und Zivilschutz.

Uelpenich, G., 2013. *Desinfektion.* Ahrweiler: Akademie für Krisenintervention, Notfallplanung und Zivilschutz.

VfdB, 2005. *Dekontamination bei Einsätzen mit ABC-Gefahren, RL E10/04. Altenberge: VfdB*

Wikipedia 2013. *Kunststoffe.* [Online]
In: http://de.wikipedia.org/wiki/Kunststoff

Weiterführende Literatur:

BASF 2013 *Kunststoffe.* [Online]
In: http://www.plasticsportal.net/wa/kunststoffe/campus.htm

Cimolio, U. & Graeger, A., 2013. *3-Bio-Anschlag.* [Online]
In: http://biogefahr.shopkeeper.de/biogefahr-de/images/3_b_anschlag.pdf

Chemieunterricht 2013. *Versuch: Unterscheidung von Kunststoffen.* [Online]
In: http://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/v127.htm

Feuerwehrakademie Hamburg, 2013, *ABC, Umwelt- und Atemschutz Lehrunterlage GasAlertMicro5.* Hamburg: Feuerwehr Hamburg

Gerke M. 2013 *Desinfektion, Abi Pur.* [Online]
In: http://www.abipur.de/referate/stat/651968578.html

OWR Group 2013. *HOME.* [Online]
In: http://www.owrgroup.net/

Kern GmbH 2013 *Polyamid 66.* [Online]
In: http://www.kern-gmbh.de/cgi-bin/riweta.cgi?nr=1142&lng=1

Kesla Pharma Wolfen Gmbh 2006. *EG- Sicherheitsdatenblatt gemäß TRGS 220 für Wofasteril E400*

Mortimer C. E., 2001. *Chemie.* Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Robert-Koch-Institut, 2007. *Liste der vom Robert-Koch Institut geprüften und anerkannten Desinfektionsittel und -verfahren, Stand 31.05.2007,* Hamburg: Springer Medizin Verlag.

Sigma-Aldrich, 2012. *Sicherheitsdatenblatt Kollisolv PEG E400*.

Thermoscientific 2013. *Gammatest 1.* [Online]
In: http://www.thermoscientific.de/com/CMA/Images/Image_28649.jpg

Umweltschutzwache, 2011. *Informationsblatt Technik- und Umweltschutzwache F32,* Hamburg: Technik- und Umweltschutzwache.

wikibooks 2013. *Anorganische Chemie Säure und Laugen.* [Online]
In:http://de.wikibooks.org/wiki/Anorganische_Chemie_f%C3%BCr_Sch%C3%BCler/_S%C3%A4uren_und_Laugen

wikibooks 2013. Anorganische Chemie Säure und Basen. [Online]
In:
http://de.wikibooks.org/wiki/Anorganische_Chemie_f%C3%BCr_Sch%C3%BCler/_S%C3%A4ure_-_Basen_-_Reaktionen

Anhang

Anhang A: Verfahrensanweisung analytische Taskforce – Dekontamination von Messgeräten im ABC-Gefahreneinsatz

Anhang B: Präsentation Mitarbeiterschulung

Titel	Dekontamination von Messgeräten im ABC-Einsatz
Beschreibung	Dekontamination nach Kontamination mit Gefahrstoffen
Ziel	Erfolgreiche Dekontamination

Material

- 200 ml destilliertes Wasser
- 200 ml Polyethylenglycol
- 4 ml Peressigsäure (PES)
- 20 g Natriumcarbonat
- 4 g Calciumhypochlorid
- 20 ml Tensid (hier RM58 der Fa. Kärcher)

Durchführung

1. Alle Ein- und Ausgänge des Messgeräts schließen
2. Aus folgender Tabelle richtiges Dekontaminationsmittel aussuchen:

Fall	Stoff	Wirkung bei
Atomare Kontamination	Tensid (RM58)	α- und β-Strahlung
Biologische Kontamination	Peressigsäure 2%ig	Bakterien, Viren, Pilze
Chemische Dekontamination	Tensid (RM58)	Benzine Fette
	Natriumcarbonatlösung 10%ig	Säuren
	Polyethylenglycol	Benzole
	Calciumhypochlorid 2%ig	Kampfstoffe

3. Dekontaminationslösung durch Zugabe des Dekontaminationsmittels in das destillierte Wasser anfertigen
4. Dekontaminationsmittel durch Applikationsmittel auf betroffene Stelle auftragen, 5-10 Minuten einwirken lassen
5. Mit Wasser das Gerät sauber nachspülen
6. Mit pH-Papier die Oberfläche auf Dekontaminationsmittelreste prüfen
7. Gerät abtrocknen

Hinweise

→ Peressigsäure darf nur an gut belüfteten, dunklen

	Standorten gelagert werden → Säuren dürfen nicht zusammen mit Calciumhypochlorid oder Natriumcarbonat gelagert werden → Haltbarkeit der Stoffe (insbesondere PES) beachten → Regelmäßige Kontrolle des Koffers durchführen
Entsorgung, Nachbereitung	→ Lösungen fachgerecht entsorgen
Bemerkungen	Sicherheitsvorkehrungen - Tragen einer Schutzbrille - Tragen von Einmalschutzhandschuhen - Einatmen der entstehenden Dämpfe vermeiden - Ansetzten der Lösung an gut belüftetem Standort

DEKONTAMINATION VON MESSGERÄTEN IM ABC-GEFAHRENEINSATZ

Lehrunterlage zur Ausbildung an F32

Erstellt: Aline Kreß
stud. B.Eng Hazard Control/Gefahrenabwehr

Inhalt:

- Ziel der Arbeit
- Dekontaminationsarten
- Der Dekontaminationskoffer
- Herstellen einer Dekontaminationslösung
- Hinweise

Mannschaft und Material kontaminiert:



Erstellt: Aline Kreß ; stud. B. Eng. Hazard Control/ Gefahrenabwehr 2013

Messgeräte im Einsatz:

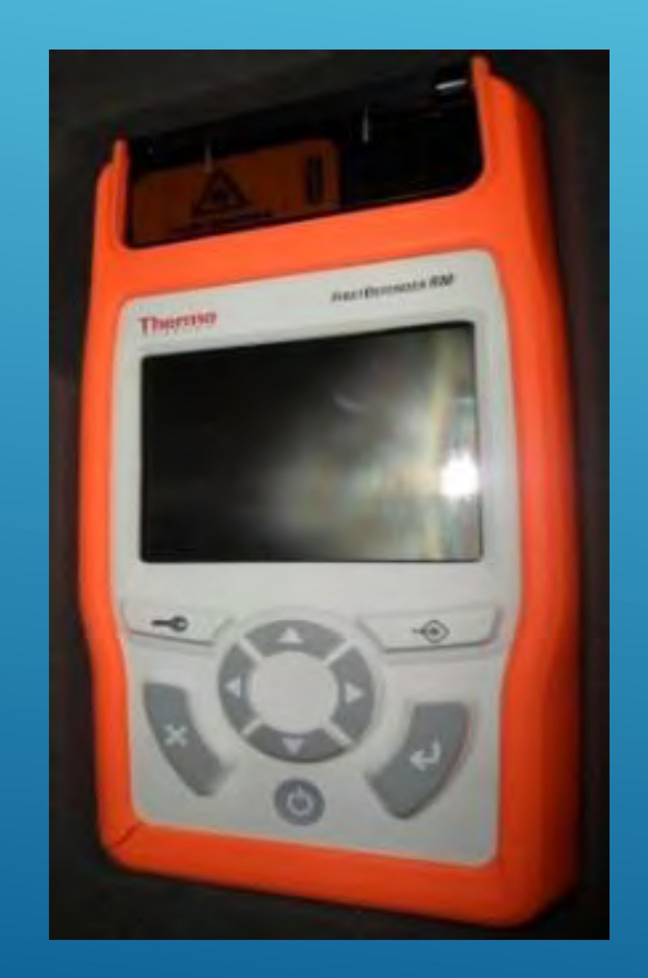


Erstellt: Aline Kreß ; stud. B. Eng. Hazard Control/ Gefahrenabwehr 2013

Und wie wird das Messgerät jetzt wieder sauber????



SIEHT JA SAUBER AUS…





Erstellt: Aline Kreß ; stud. B. Eng. Hazard Control/ Gefahrenabwehr 2013

B-PROBE RAMAN-SPEKTROMETER:

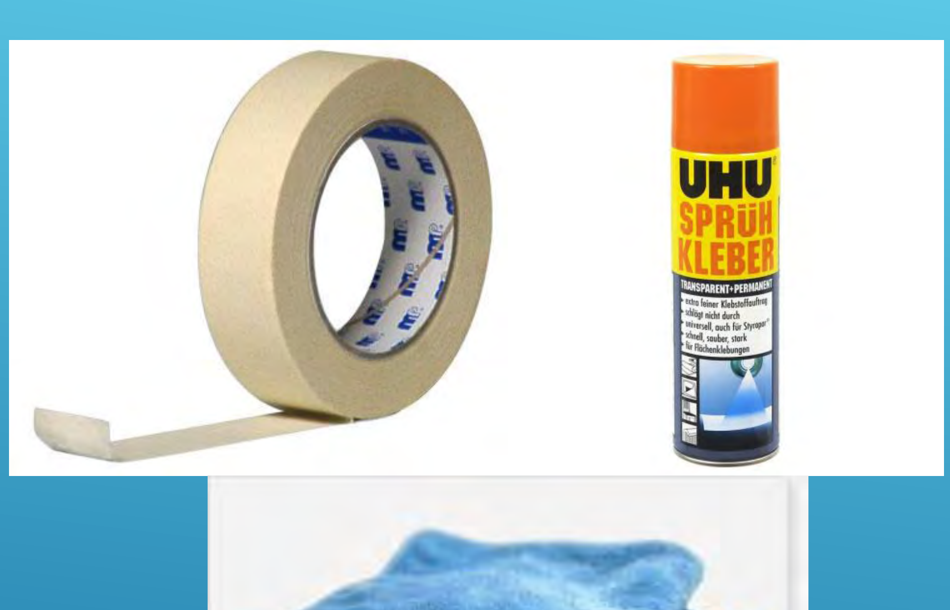




Erstellt: Aline Kreß ; stud. B. Eng. Hazard Control/ Gefahrenabwehr 2013

TROCKENDEKONTAMINATION







WISCHDEKONTAMINATION

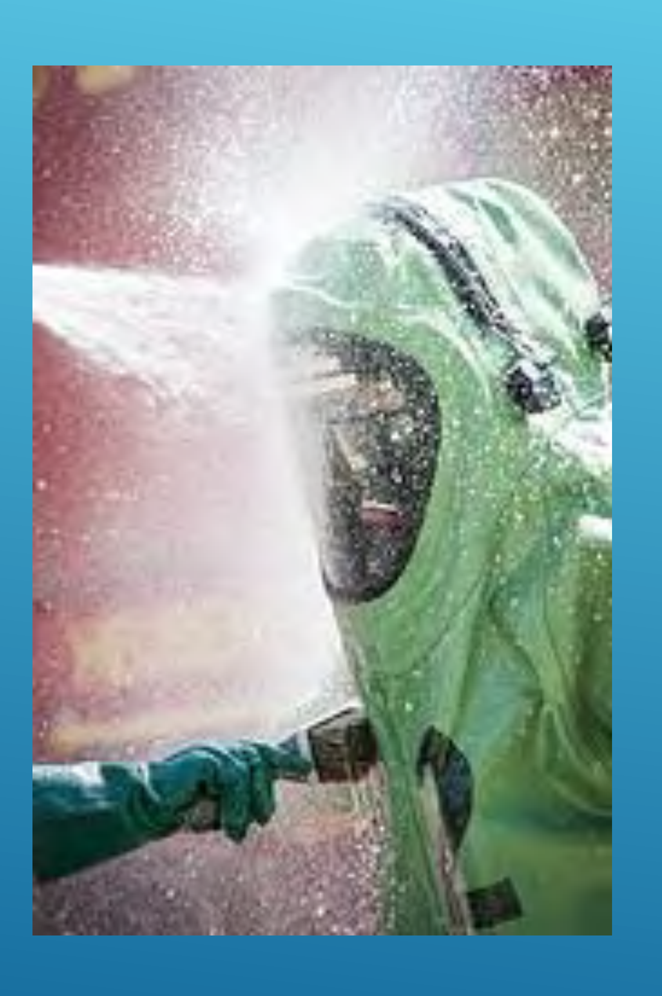




Erstellt: Aline Kreß ; stud. B. Eng. Hazard Control/ Gefahrenabwehr 2013

NASSDEKONTAMINATION





Der Dekontaminationskoffer:





Inhalt des Koffers:

Fall	Dekontaminationsmittel	Wirkung bei folgenden Stoffen
Atomare Kontamination	Tensid	α - und β- Strahlung
Biologische Kontamination	Peressigsäure	Bakterien, Viren, Sporen
Chemische Kontamination	Tensid	Benzine Fette
	Natriumcarbonatpulver (als Feststoff oder als 10%-ige Lösung)	Säuren
	Wasser	Laugen
	Polyethylenglycol	Aromaten
	Calciumhypochlorid	Kampfstoffe

Kleiner Ausflug: Konzentrationen berechnen

- Herstellen einer 2%-igen Lösung bedeutet:

  Auf 100 ml Wasser kommen 2 ml Dekontaminationsmittel

- Herstellen einer 10%-igen Lösung bedeutet:

  Auf 100 ml Wasser kommen 10 ml Dekontaminationsmittel

Bevor wir dekontaminieren, die Masterfrage:



Wie viele Seiten hat dieses Gerät???

ABLAUF DER DEKONTAMINATION



1. Entfernen der Geräteschutzhülle
2. Verschließen sämtlicher Ein- und Ausgänge

Erstellt: Aline Kreß ; stud. B. Eng. Hazard Control/ Gefahrenabwehr 2013

HERSTELLEN DER DEKONTAMINATIONSLÖSUNG

1. passendes Dekon-Mittel aus Arbeitsanweisung Dekontamination Geräte aussuchen
2. Dekon-Lösung an mischen

ACHTUNG:
- Schutzbrille und Einwegschutzhandschuhe anziehen
- Immer die Säure ins Wasser geben, NIE umgekehrt!

WISCHDEKONTAMINATION DURCHFÜHREN



- Papiertuch mit Dekontaminationslösung tränken
- ‚Nasswischen'

ACHTUNG PROBLEMSTELLEN:



ACHTUNG PROBLEMSTELLEN:



Erstellt: Aline Kreß ; stud. B. Eng. Hazard Control/ Gefahrenabwehr 2013

ACHTUNG PROBLEMSTELLEN:



Erstellt: Aline Kreß ; stud. B. Eng. Hazard Control/ Gefahrenabwehr 2013

EINWIRKZEIT: 5-10 MINUTEN



- Gerät auf Tuch o.ä. 5-10 Minuten liegen lassen, damit das Dekontaminationsmittel wirken kann

NACHSPÜLEN UND ÜBERPRÜFEN



ACHTUNG:

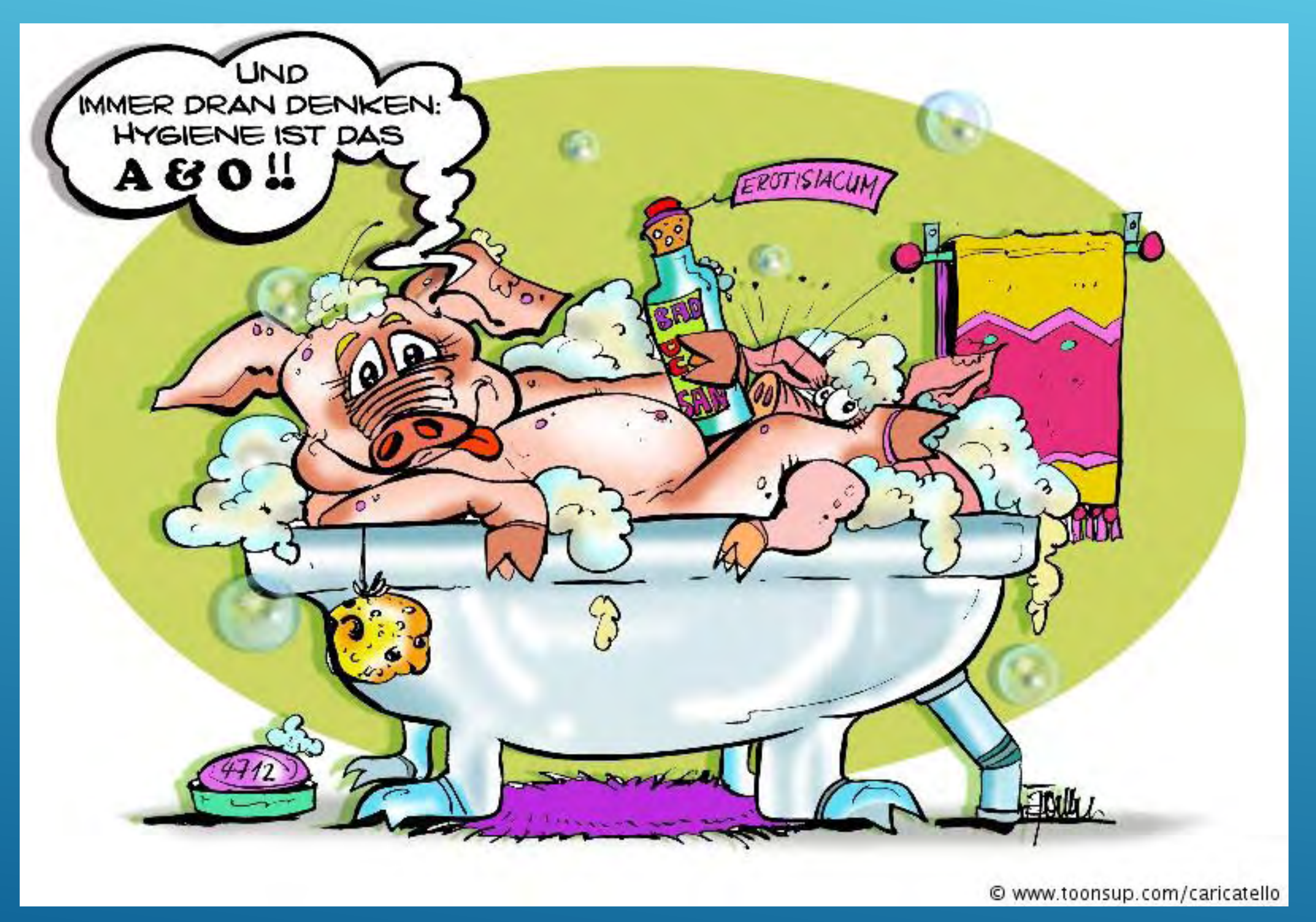
Gerät bis nach dem Spülen und überprüfen mittels pH-Papier nur mit Handschuhen anfassen!!!!

Erstellt: Aline Kreß ; stud. B. Eng. Hazard Control/ Gefahrenabwehr 2013

Zusammenfassung:

- Gerät zur Dekontamination vorbereiten
- Passende Dekon-Lösung anfertigen
  → Eigenschutz!!
- Gerät dekontaminieren
- Einwirkzeit einhalten, Gerät abwaschen, überprüfen
- Gerät für den nächsten Einsatz fertig machen und einpacken

FRAGEN?



Erstellt: Aline Kreß ; stud. B. Eng. Hazard Control/ Gefahrenabwehr 2013

Quellen:

- http://www.feuerwehr.hameln.de/_images/922-einsatzuebung_team_gg_11_09_2004_bild_4_gr.jpg
- Bildmaterial Ausbildung und Einsätze LZ-G Kreis Herzogtum Lauenburg
- Bildmaterial F32
- Dekontaminationsverfahren ATF Mannheim
- Robert-Koch-Institut Liste der Dekontaminationsmittel im Bereich Lebensmittel/Gesundheit